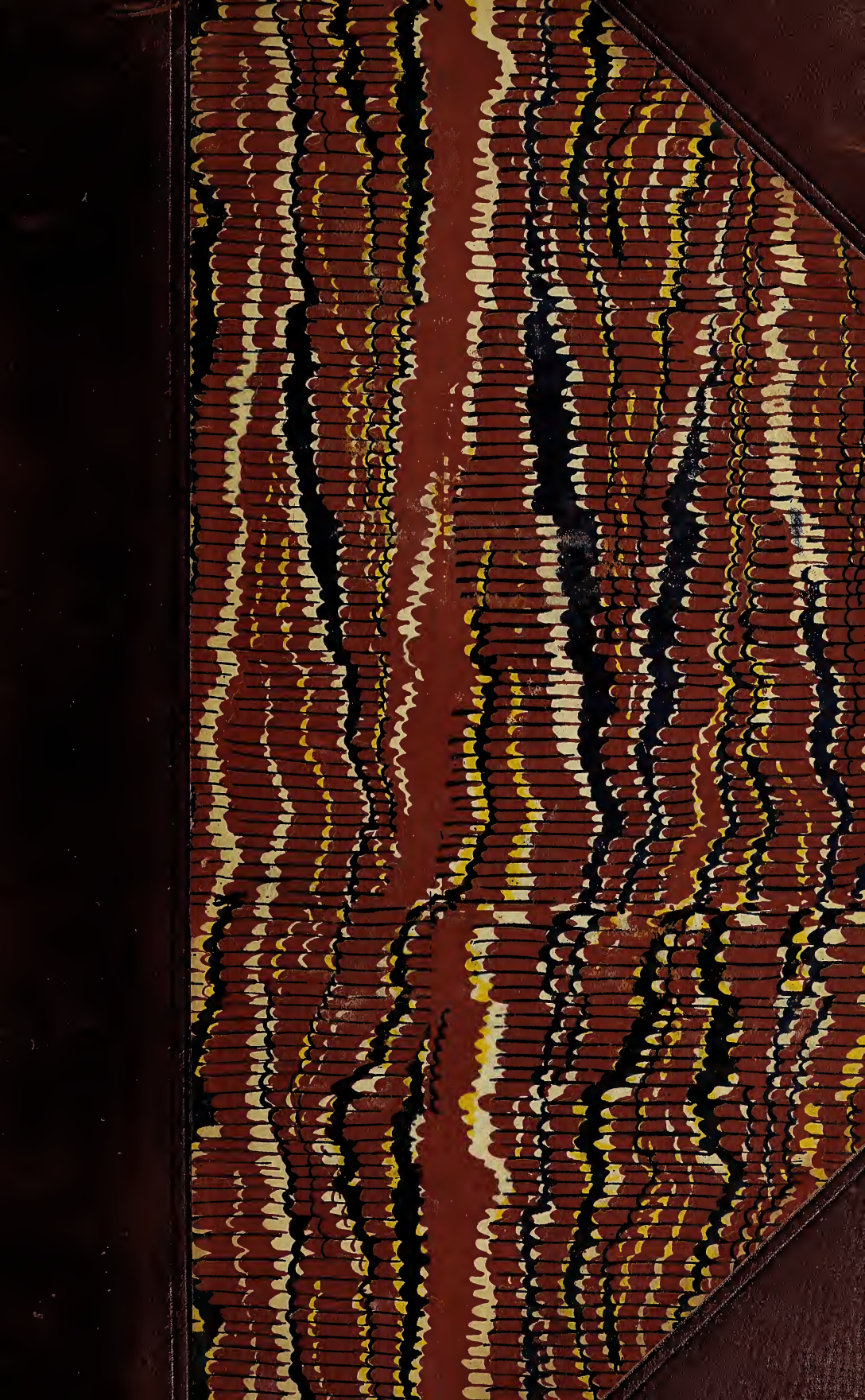


1913-14
8
155

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY
JUL 18 1914
LIBRARY

Jahrgang 1913

Marburg
Universitäts-Buchdruckerei von Joh. Aug. Koch
1914.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

28025

Jahrgang 1913

Marburg
Universitäts-Buchdruckerei von Joh. Aug. Koch
1914.

BUREAU OF
AMERICAN
ETHNOLOGY

506.43
.G4

Inhalts-Angabe.

Seite

Herr *F. Richarz:* Neue Beobachtungen über das Dopplers'sche Prinzip bei bewegten Schallquellen 1

Herr *F. A. Schulze:* Fluoreszenserregung durch Kathodenstrahlen und Quantenhypothese 15

Herr *A. Lohmann* und *Eduard Müller:* Ueber die Wirkung des Nervus vagus auf die Bronchialmuskulatur 19

Herr *Fritz Löning:* Ueber sauerstoffzehrende und sauerstoffübertragende Eigenschaften des Blutserums 30

Herr *F. Richarz:* Vergrößerung der Schallgeschwindigkeit in Gasen bei gleichzeitiger Jonisation derselben 47

Herr *F. A. Schulze:* Ueber die spezifischen Wärmen von Flüssigkeiten und über eine die innere Ausdehnungsarbeit von Flüssigkeiten bei Erwärmung betreffende Gesetzmäßigkeit . 53

Herr *Eduard Müller:* Zur Anatomie der Bronchialmuskulatur . 67

Herr *A. Thiel:* Ueber eine Grundfrage aus der Lehre von den heterogenen chemischen Gleichgewichten 73

Herr *A. Thiel:* Ueber einige z. T. noch wenig bekannte Indikatoren-Reaktionen 89

Herr *A. Lohmann* und *Eduard Müller:* Ueber Durchblutung der Lunge in verschiedenen Dehnungszuständen 91

Herr *A. Lohmann* und *Eduard Müller:* Das Elektrokardiogramm bei angeborenen Herzfehlern (nebst experimentellen Studien über die Beeinflussung derselben durch künstliche Lageveränderungen des Herzens) 98

Herr *O. Bruns:* Ueber die Aenderungen der Blutzirkulation im Lungenkreislauf bei Aenderungen der Lungenspannung und die praktische Bedeutung dieser Zirkulationsänderungen bei therapeutischen Eingriffen an der Lunge 109

Herr *Jaensch:* Die Farbenkonstanz der Sehdinge 116

Herr *A. Schwantke:* Beiträge zur Erklärung der Meteoritenbildung 119

Herr *A. Schwantke:* Die erweiterte Dreiecksprojektion zur Darstellung von Gesteinsanalysen. Zweite Methode mit Konstanz des inneren Dreiecks 128
Herr *F. A. Schulze:* Die Elektronentheorie 142
Herr *Kutscher:* Ueber Mutterkornextrakt 142
Herr *Kutscher:* Zur Kenntnis des Mytilotoxins 142
Herr *Kirchheim:* Untersuchungen zur Frage der Trypsinvergiftung 142
Herr *Hürter:* Die Bedeutung der röntgenologischen Untersuchung des Digestionstraktus für die Klinik 142
Herr *Böttner:* Der momentane Stand der Ergebnisse der Abderhaldenschen Reaktion mit Demonstration der Versuchstechnik 142
Wahlen Seite 17, 72, 89, 108, 118, 127, 142.
Aufgelegte Schriften Seite 18, 90, 143, 144.

Verzeichnis der Mitglieder*)

(am Schluß des Jahres 1913).

Ehrenmitgieder.

Retzius, Gustav, Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm.. 18. 1. 99.
Marchand, Felix, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 9. 12. 00.
Hittorf, Wilhelm, Dr phil., o. Prof. d. Physik, Geh. Reg.-Rat, Münster . . . . . 19. 11. 01.
Graf Zeppelin, Dr ing., Exzellenz, Friedrichshafen . . . 5. 8. 08.
Mannkopff, Emil, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rat . . . . . 12. 7. 11.

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich, Dr. med., o. Prof. em. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat . . . . . 11. 7. 83.
Bauer, Max, Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rat 11. 3. 85.
v. Behring, Emil, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Wirkl. Geh. Rat . . . . . 15. 5. 95.
Bonhoff, Heinrich, Dr. med., ord. Prof. der Hygiene . . 9. 3. 04. (8. 11. 99)
Diels, Ludwig, Dr. phil., a. o. Prof. der Botanik 28. 6. 11. (28. 7. 09)
Feussner, Wilhelm, Dr. phil., o. Hon.-Prof. d. theor. Physik 14. 7. 81. (10. 6. 69)
Gasser, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rat 27. 1. 88. (16. 7. 74)

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum außerordentlichen Mitglied.

Gürber, August, Dr. med. et phil., o. Prof. d. Pharmakologie 28. 6. 11.
(9. 12. 08)
Hensel, Kurt, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat . . . . . 10. 12, 02.
Jores, Leonhard, Dr. med., o. Prof., Direktor d. pathol. Inst. 9. 7. 13.
Kayser, Emanuel, Dr. phil., o. Prof. der Geologie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 13. 1. 86.
König, Friedrich, Dr. med., o. Prof., Direktor d. chir. Klinik 9. 7. 13.
Korschelt, Eugen, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Geh. Rat 26. 7. 93.
Kutscher, Friedrich, Dr. med., a. o. Prof. der Physiologie 12. 2. 08.
(16. 2. 98)
Lohmann, Alfred, Dr. med., Professor, Privat-Dozent der Physiologie . . . . . 7. 5. 13.
(8. 2. 05)
Matthes, Max, Dr. med., o. Prof. d. inneren Med., Geh. Rat 28. 6. 11.
Meyer Arthur, Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Rat . . 4. 11. 91.
Müller, Eduard, Dr. med., a. o. Prof., Direktor der med. Poliklinik . . . . . 7. 5. 13.
(9. 2. 10)
Neumann, Ernst, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik . . . 8. 5. 07.
(13. 12. 05)
Ostmann, Paul, Dr. med., o. Hon.-Prof. der Otologie . . 13. 11. 95.
Richarz, Franz, Dr. phil., o. Prof. der Physik . . . . . 15. 5. 01.
Römer, Paul, Dr. med., a. o. Prof. der Hygiene . . . . 28. 6. 11.
(10. 2. 04)
Schenck, Friedrich, Dr. med., o. Prof. d. Physiol., Geh. Rat 15. 5. 01.
Schmidt, Ernst, Dr. phil., o. Prof. der pharm. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 11. 3. 85.
Schulze, Franz Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. d. Physik 5. 8. 08.
(31. 7. 01)
Schultze Jena, Leonhard, Dr. phil., o. Prof. d. Geographie 7. 5. 13.
Thiel, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der physik. Chemie . . 8. 5. 12.
(10. 5. 11)
Tuczek, Franz, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie, Geh. Med.-Rat . . . . . 15. 5. 95.
(14. 3. 90)
Zangemeister, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie 28. 6. 11.
Zincke, Theodor, Dr. phil., o. Prof. em. d. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 13. 1. 76.

B. Außerordentliche.

Andreée, Karl, Dr. phil., Priv.-Dozent . . . . . 4. 8. 10.
Berblinger, Walther, Dr. med., Privatdozent . . . . . 9. 7. 13.
Berlin, Ernst, Dr. phil., Assistent am physiol. Institut . . 28. 6. 11.
Bielschowsky, Alfred, Dr. med., o. Professor, Direktor der Augenklinik . . . . . 30. 7. 13.
Blanckenhorn, Professor Dr., Privatgelehrter . . . . . 15. 1. 13.
Brand, Walther, Dr. phil., Oerlehrer . . . . . 19. 2. 13.
Bruns, Oskar, Dr. med., Priv.-Doz., Oberarzt d. med. Klinik 28. 6. 11.
v. Dalwigk, Friedrich, Dr. phil., Prof., Priv.-Dozent der Mathematik . . . . . 9. 5. 00.
Esch, Peter, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 20. 11. 13.
Fischer, Guido, Dr. med., Prof., Direktor d. Zahnklinik . . 28. 6. 11.
Flade, Friedrich, Dr. phil., Priv.-Doz. für Chemie . . . 4. 8. 10.
Frey, Ernst, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 30. 7. 13.
Fries, Carl, Dr. phil., a. o. Prof. d. Chemie . . . . . 9. 3. 04.
Göppert, Ernst, Dr. med., a. o. Prof. d. Anatomie und I. Prosektor . . . . . 4. 12. 12.
Grüter, Wilhelm, Dr. med., Priv.-Dozent, Assistent an der Augenklinik . . . . . 28. 6. 11.
Harms, Wilhelm, Dr. phil., Priv.-Dozent für Zoologie . . 7. 6. 10.
Hellinger, Ernst, Dr. phil., Priv.-Dozent für Mathematik 12. 1. 10.
Herrmann, F., Dr. phil., Priv.-Dozent, Assistent am geol. Institut . . . . . 1. 3. 11.
Heyde, Martin, Dr. med., Priv.-Dozent der Chirurgie . . 7. 6. 10.
Hildebrand, Heinrich, a. o. Professor der gerichtl. Medizin 14. 12. 04.
Hürter, Jakob, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 17. 12. 13.
Jaensch, Erich, Dr. phil., o. Prof. d. Philosophie . . . . 11. 6. 13.
Jahrmärker, Max, Dr. med., Prof., Priv.-Dozent, Oberarzt der psychiatr. Klinik . . . . . 10. 2. 04.
Kauffmann, Oskar, Hauptmann d. L., a. D. . . . . 13. 12. 11.
Keller, Oskar, Dr. phil., Prof., Abteilungsvorsteher am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.
Kirchheim, Ludwig, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . 17. 12. 13.
Krauss, Wilhelm, Dr. med., Prof., Privat-Doz. der Augenheilkunde . . . . . 10. 7. 07.
Löning, Fritz, Dr. med., Privatdozent . . . . . 9. 7. 13.
Misch, Georg, Dr. phil., a. o. Prof. d. Philosophie . . . . 30. 7. 13.
Obst, E., Dr. phil., Privatdozent f. Geographie . . . . . 13. 11. 12.
Reissert, Arnold, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. der Chemie . 11. 2. 03.

Rieländer, August, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Gynäkologie . . . . . 13. 6. 06.
Rohmer, Paul, Dr. med., Privatdozent . . . . . 17. 12. 13.
Schenck, Martin, Dr. med. et phil., Privat-Doz., Assistent am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.
Schwantke, Arthur, Dr. phil., Priv.-Dozent, Assistent am mineral. Institut . . . . . 21. 6. 99.
Siebert, Carl, Dr. phil., Chemiker . . . . . 14. 5. 02.
Stuchtey, Karl, Dr. phil., Assistent am physik. Institut . . 9. 12. 08.
Take, Emil, Dr. phil., Priv.-Dozent, Assistent am physik. Institut . . . . . 9. 12. 08.
Tönniges, Carl, Dr. phil., Prof., Assist. am zoolog. Institut 16. 2. 98.
Veit, Otto, Dr. med., Priv.-Doz., II. Prosektor . . . . . 28. 7. 09.
Wegener, Alfred, Dr. phil., Priv.-Dozent . . . . . 28. 7. 09.

Auswärtige Mitglieder.*)

Ach, Narciss, Dr. med. et phil., Professor der Philosophie, Königsberg . . . . . (8. 2. 05)
Ackermann, Dankwart, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Physiologie, Würzburg . . . . . (5. 8. 08)
Aschoff, Ludwig, o. Prof. der patholog. Anatomie, Freiburg i. Br. . . . . 17. 6. 03.
Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. der Ophthalm., Freiburg i. Br. . . . . (15. 1, 96)
Barth, Adolf, Dr. med., o. Prof. der Otologie, Leipzig . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . (13. 11. 95)
Beneke, Rudolf, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Halle . 14. 11. 06.
Böhm, Rud., Dr. med., o. Prof. der Pharm., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 20. 5. 81.
Borrmann, Robert, Dr. med., Prof., Direktor der patholog. Anatomie, Braunschweig . . . . . (14. 5. 02)
Brauer, August, Dr. phil., Professor, Direktor des naturhistorischen Museums, Berlin . . . . . 17. 5. 99.
(17. 6. 96)
Brauer, Ludolf, Dr. med., o. Prof., Direktor d. med. Klinik in Hamburg-Eppendorf . . . . . (14. 12. 04)
Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Straßburg (8. 2. 78)

*) Die mit einem * bezeichneten sind korrespondierende, die sämtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Bonn (27. 1 88.)
Buchholz, Adolf, Dr. med., Prof., Oberarzt, Hamburg . 8. 12. 97.
Busz, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Münster . (19. 6. 95)
Dietrich, Theodor, Dr. phil., Prof., Geh. Reg.-Rat, Hannover (15. 1. 96)
Dohrn, Rudolf, Dr. med., o. Prof. em. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat, Dresden . . . . . 10. 2. 64.
Drevermann, Fritz, Dr. phil., Priv.-Dozent, Frankfurt . . (11. 2. 03)
v. Drach, Alhard, Dr. phil., Geheimrat, Cassel . . . . 11. 7. 66.
Enderlen, Eugen, Dr. med., o. Prof. d. Chirurgie, Würzburg 12. 2. 97.
Falk, Ferdinand August, Dr. med., a. o. Prof. d. Pharm., Kiel 28. 4. 75.
Fraenkel, Carl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . 4. 11. 91.
Friedrich, Paul, Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Geh. Rat Königsberg . . . . . 12. 2 08.
Fučtor, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Karlsruhe (3. 5. 07)
Gadamer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. der pharmazeut. Chemie, Breslau . . . . . (9. 3. 98)
Goebel, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.
Haselhoff, Emil, Dr. phil., Prof., Direktor der landw. Versuchsstation, Cassel . . . . . (11. 2. 03)
Häcker, Rudolf, Dr. med., Prof., Oberarzt d. chirurg. Klinik, Essen . . . . . (7. 6. 10)
Heffter, Arthur, Dr. phil. et med., o. Prof. der Pharmakologie, Berlin . . . . . 14. 11. 06.
Heine, Leopold, o. Prof. der Ophthalmologie, Kiel . . . (18. 1. 99)
Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . . (2. 7. 68)
v. Hess, Carl, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmol., München 11. 11. 96.
Hess, Otto, Dr. med., Prof., Oberarzt, Posen . . . . . (25. 6. 02)
**Heusler, Fritz,* Dr. phil., Hüttenbesitzer, Dillenburg . . . 8. 2. 05.
Jung, Heinrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Kiel . (13. 12. 05)
Kautzsch, Gerhard, Dr. phil., Priv.-Doz. d. Zoologie, Kiel . (7. 6. 10)
v. Koenen, Adolf, Dr. phil., o. Professor der Geologie, Geh. Berg-Rat, Göttingen . . . . . 28. 4. 74.
(10. 6. 69)
Kossel, Albrecht, Dr. med., o. Prof. d. Physiol., Geh. Rat, Heidelberg . . . . . 15. 5. 95.
Krehl, Ludolf, Dr. med., o. Prof. d.inn. Medizin, Heidelberg 8. 11. 99.
Küster, Fr. Wilh., Dr. phil., o. Prof., Gutsbes., Müncheberg bei Berlin . . . . . (26. 7. 93)
Küster, Ernst, Dr. med, o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med., Rat, Berlin . . . . . 4. 11. 91.
Küttner, Hermann, Dr. med., o. Prof. der Chiurg., Breslau (8. 2. 05)

Loewi, Otto, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Graz (15. 5. 01)
Lotz, Heinrich, Dr. phil., Geologe, Berlin . . . . . (13. 12. 99)
Meisenheimer, Johannes, Dr. phil., a. o. Prof. d. Zoolog., Jena 5. 8. 08.
(16. 2. 98)
Meyer, Hans, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Wien 11. 3. 85.
v. Müller, Friedr., Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., München 26. 7. 93.
Neide, Ernst, Dr. phil., Allstedt, Großherzogtum Sachsen (13. 1. 04)
Noll, Alfred, Dr. med., a. o. Prof. d. Physiol., Jena . . . (16. 2. 98)
Oestreich, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Utrecht (9. 3. 04)
Opitz, Erich, Dr. med., Prof., Dir. d. Frauenkl., Gießen . (13. 1. 04)
Pfannkuch, Wilhelm, Dr. med., prakt. Arzt, Cassel . . . (17. 1. 72)
Pfeffer, Wilh., Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Hofrat,
Leipzig . . . . . (27. 4. 71)
Plate, Ludwig, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Jena . . (27. 1. 88)
Plenge, Enriquez, Dr. med., Heidelberg . . . . . (7. 3. 99)
Ransom, Frederick, Dr. med., Cambridge . . . . . (7. 3. 99)
Rathke, Bernhard, Dr. phil., Prof. d. Chemie, Meran . . 14. 3. 84.
**Rehn, Joh. Heinrich,* Dr. med., San.-Rat, Frankfurt a. M. 26. 11. 80.
Rein, Johannes, Dr. phil., o. Prof. em. der Geographie, Geh.
Reg.-Rat, Bonn . . . . . 1. 12. 76.
Ribbert, Hugo, Dr. med., o. Prof. d. pathol. Anatomie, Bonn 20. 6. 00.
Romberg, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. inn. Mediz. München 20. 6. 00.
Rost, Eugen, Dr. med., Regierungsrat, Berlin . . . . . (16. 2. 98)
Rubner, Max, Dr. med., o. Prof. der Physiol., Geh. Med.-
Rat, Berlin . . . . . 13. 1. 86.
Rühl, Alfred, Dr. phil., Priv.-Doz. d. Geographie, Berlin (28. 7. 09)
Rumpf, Theodor, Dr. med., Professor, Bonn . . . . . 14. 3. 90.
Rupp, Erwin, Dr. phil., o. Prof. f. Pharmazie, Königsberg (14. 12. 04)
Ruppel, Wilhelm, Dr. phil., Professor, Höchst . . . . . (18. 7. 00)
Sauerbruch, Ferd., Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Zürich (7. 6. 10)
Schaum, Carl, Dr. phil., a. o. Prof. d. phys. Chemie, Leipzig 13. 12. 05.
(11. 8. 97)
Schenck, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. d. phys. Chemie, Breslau (11. 8. 97)
Schmidt, Martin, Dr. med., o. Professor d. path. Anatomie,
Würzburg . . . . . 28. 6. 11.
Schmidt-Rimpler, Hermann, Dr. med., o. Prof. em. der
Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Halle . . . . . 15. 11. 71.
Schöne, Georg, Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie, Greifswald (7. 6. 10)
Schottelius, Max, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Hofrat,
Freiburg i. B. . . . . (11. 7. 79)
Schottky, Friedrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathem., Berlin 15. 5. 95.

Schridde, Hermann, Dr. med., Prof., Direktor der pathol. Anatomie, Dortmund . . . . . (13. 12. 05)

Schwenkenbecher, Alfred, Dr. med., Prof., Direktor der med. Klinik, Frankfurt a. M. . . . . (13. 5. 08)

Seddig, Max, Dr. phil., Priv.-Doz. d. Physik, Frankfurt . (17. 6. 03)

Siemens, Friedrich, Dr. med., Geh. Med.-Rat, Direktor der Landes-Irrenanstalt Lauenburg i. P. . . . . (19. 12. 79)

**Speck, Carl,* Dr. med., San.-Rat, Kreis-Physik., Dillenburg 5. 4. 71.

Stoeckel, Walter, Dr. med., o. Prof., Direktor der gynäkol. Klinik, Kiel . . . . . (5. 8. 08)

Strahl, Hans, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Gießen . . 27. 1. 88.
(14. 12. 80)

Straub, Walther, Dr. med., o. Prof. d. Pharmakol., Freiburg (13. 12. 05)

Study, Eduard, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Bonn . (14. 3. 90)

Thumb, Albert, o. Prof. der indog. Sprachen, Straßburg . (14. 2. 06)

Uthoff, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Breslau . . . . . 4. 11. 91.

Wendel, Walther, Dr. med., Prof., Direktor des städtischen Krankenhauses, Magdeburg-Sudenburg . . . . . (12. 2. 02)

Wernicke, Erich, Dr. med., Prof., Direktor des hygienischen Instituts in Posen . . . . . 16. 2. 98.
(10. 2. 97)

Der Vorstand.

E. Neumann, Vorsitzender. *Fr. Kutscher,* ständiger Schriftführer.

Engerer Ausschuß.

E. Korschelt, stellvertr. Vorsitzender. *Fr. Schenck. E. Schmidt.*

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 1 Februar 1913

In der Sitzung vom 19. Februar 1913 machte Herr F. Richarz folgende kleine Mitteilung:

Neue Beobachtungen über das Dopplers'che Prinzip bei bewegten Schallquellen.

Bereits im Jahre 1900 (Naturw. Rdsch. Bd. 15 p. 59) habe ich eine Beobachtung beschrieben, die ich am Brenner anzustellen Gelegenheit hatte, bei welcher sich eine pfeifende Lokomotive mir näherte und dadurch nach dem Dopplerschen Prinzip ihre Tonhöhe erhöht erschien, während gleich darauf das Echo des Pfiffes von einer für mich jenseits der Lokomotive liegenden Bergwand mit erniedrigter Tonhöhe zurückgelangte. Ehe ich den folgenden neuen von mir beobachteten Fall beschreibe, möchte ich erwähnen, dass infolge meiner damaligen Veröffentlichung mir mehrfach ähnliche Fälle mitgeteilt worden sind, so von Herrn Pfaundler (s. ebenda p. 92), sowie auch von Herrn Walter Simons folgender, noch nicht beschriebene Fall, den er damals beobachtet hatte.

Herr Walter Simons schreibt mir: „An einer Stelle der Nebenbahn Schmalkalden—Kleinschmalkalden fährt der Zug mit ziemlich starkem Gefälle und entsprechender Geschwindigkeit bergab und beschreibt dabei eine Kurve. Während ich

die Stelle durchfuhr, liess die Lokomotive einen langen Pfiff ertönen. Plötzlich hörte ich den Pfiff als Doppelton, Grundton und etwa kleine Terz; als ich der Erscheinung nachspürte, fand ich, dass radial zur Kurve und quer zur augenblicklichen Zugrichtung eine lange und ziemlich hohe Mauer verlief, von der der Pfiff zurückgeworfen wurde. Die Erklärung ist, dass der unmittelbar gehörte Pfiff der Lokomotive vom Mitfahrenden ohne Tonhöhen-Aenderung wahrgenommen wird, während gleichzeitig der von der Mauer, welcher sich der Zug näherte, reflektierte Pfiff mit Tonerhöhung gehört wurde."

Zu den Möglichkeiten, schnell bewegte Tonquellen warzunehmen, ist in der Jetztzeit noch hinzugetreten die Automobilhupe. Die Tonveränderung einer vorbeifahrender Automobilhupe im Augenblick des Uebergangs von Annäherung zu Entfernung ist wahrnehmbar, wenn auch weit geringer, als bei einer pfeifenden Lokomotive. Bezüglich des Echos habe ich Gelegenheit gehabt, in dem eng eingeschnittenen Tal zwischen Marburg und Marbach einen neuen derartigen Fall zu beobachten; die Situation war folgende. Ich befand mich auf dem in halber Höhe des südlichen Bergabhanges führenden Wege etwa in der Mitte zwischen beiden Orten; unten im Tal verläuft der Fahrweg; wenn man nach Marburg blickt, hat man vor sich den rückwärtigen Abhang des Schlossberges. Zufällig fuhr nun, als ich mich an dieser Stelle befand, in der Richtung von Marbach nach Marburg ein Automobil und liess, als es sich in der Tiefe des Tals ungefähr zwischen mir und dem jenseitigen Abhang des Schlossberges befand, seine Hupe ertönen. Das Echo kam mit einer deutlichen Tonerhöhung, die aber doch noch nicht einen kleinen halben Ton erreichte, zurück. Man kann in der Tat durch einen Ueberschlagberechnen, dass eine solche Tonerhöhung schon bei den innerhalb der Ortsbezirke erlaubten Automobilgeschwindigkeiten eintreten muss.

Die Formel für die Tonerhöhung bei Annäherung der Schallquelle kann man folgendermassen einfach ableiten. Der Abstand zweier aufeinander folgender Verdichtungen oder die Wellenlänge bei ruhender Schallquelle werde mit λ_r bezeichnet; nähert sich die Schallquelle dem Ohr während der Zeit zwischen 2 Verdichtungen um die Länge x, so folgt die zweite Verdichtung auf die erste mit einem kürzeren Abstande, gleich der Wellenlänge λ_n des durch die Näherung erhöhten Tones. Diese Ueberlegung formuliert gibt: $\lambda_n = \lambda_r - x$. Wenn nun weiter die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles mit c bezeichnet wird, die Näherungsgeschwindigkeit der Tonquelle mit v, die Schwingungsdauer, mit der die Schallwellen bei ruhender Schallquelle ins Ohr gelangen, mit τ_r, dieselbe bei Näherung mit τ_n, so ist

$$\lambda_n = c \cdot \tau_n$$
$$\lambda_r = c \cdot \tau_r$$
$$x = v \cdot \tau_r$$

Hieraus folgt: $c \cdot \tau_n = (c - v)\,\tau_r$. Werden statt der Schwingungsdauern die entsprechenden Schwingungszahlen bei ruhender Schallquelle ν_r, bei sich nähernder Schallquelle ν_n eingeführt, so ist $\tau_r = \frac{1}{\nu_r}$, $\tau_n = \frac{1}{\nu_n}$ und also $(c - v)\,\nu_n = c \cdot \nu_r$, oder $\frac{\nu_n}{\nu_r} = \frac{c}{c - v}$.

Die zulässige Automobilgeschwindigkeit an der betreffenden Stelle war 15 km pro Stunde oder 4,2 m pro Sekunde. Unter Zugrundelegung dieser Geschwindigkeit und der Berücksichtigung, dass in dem von mir beobachteten Falle der direkt gehörte Ton erniedrigt und das Echo erhöht erscheinen musste, also die Bewegung der Schallquelle eine doppelte Tondifferenz zur Folge hat, ergiebt die Berechnung in der Tat eine Tondifferenz von etwa $^2/_3$ eines kleinen halben Tones.

Herr F. A. Schulze hielt den Vortrag:

Zur Resonanztheorie des Hörens. Phasenwechseltöne; Pfaundlersche Töne; Bewegungstöne.

Vor einiger Zeit hat Herr L. Hermann [1]) eine Reihe von Einwänden gegen die Resonanztheorie des Hörens veröffentlicht, die zunächst in der Tat geeignet erscheinen, die Ohmsche Theorie des Hörens, wonach das Ohr nur rein sinusförmige Luftbewegungen als einfachen Ton empfindet und zu deren Erklärung Helmholtz seine physikalisch so ausserordentlich befriedigende Resonanztheorie des Hörens aufgestellt hat, zu widerlegen und dafür die alte Seebeck'sche Theorie des Hörens als richtig zu erweisen, wonach das Ohr jede beliebige Art von Periodik als Ton entsprechender Schwingungszahl empfindet.

Bei der für die Theorie des Hörens fundamentalen Wichtigkeit dieser Frage möchte ich in folgendem kurz einige Ueberlegungen und Versuche mitteilen, aus denen, wie mir scheint, hervorgeht, dass ein grosser Teil der von L. Hermann zu gunsten der „Periodiktheorie" — so möchte ich die Seebeck'sche Hypothese kurz bezeichnen — angeführten Tatsachen und Schlüsse nicht nur für die Periodiktheorie nicht beweisend sind, sondern im Gegenteil geradezu neue Stützen für die Ohm'sche Hörtheorie und damit der sonst so ausgezeichnet sich bewährenden Helmholtz'schen Resonanztheorie bilden.

Leider sind aus äusseren Gründen die Versuche noch nicht ganz zu Ende geführt; nach ihrer Beendigung soll eine ausführliche Mitteilung erfolgen.

---

1) L. Hermann, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie, 146. p. 249. 1912.

1. Unterbrechungstöne.

Zu den von L. Hermann mitgeteilten Versuchen und Ueberlegungen über Variationstöne, die den überwiegenden Teil seiner Abhandlung ausmachen, möchte ich vorläufig nur einige wenige Bemerkungen machen, da die betr. Versuche noch nicht abgeschlossen sind.

Eines der Hauptargumente gegen die von mir[1]) gegebene auf der Ohm'schen Theorie des Hörens basierende Theorie der Unterbrechungsklänge, wie sie von Helmholtz bereits für sinusartige Amplitudenschwankung aufgestellt ist, sieht L. Hermann darin, dass nach seinen Versuchen, die in sinnreichen Anordnungen auf mannigfache Weise angestellt waren, ein Unterbrechungston nur gehört wird, wenn die Zahl der Unterbrechungen kleiner ist, als die Schwingungszahl des intermittierenden Tones, nicht jedoch im umgekehrten Fall, was mit der Resonanztheorie nicht vereinbar wäre. Dem gegenüber sei hervorgehoben, dass K. L. Schaefer und O. Abraham[2]) mehrfach bei ihren Versuchen das Auftreten von Variationstönen in der von der Theorie geforderten Höhe auch in dem Fall fanden, dass die Unterbrechungszahl grösser war als die Schwingungszahl des unterbrochenen Tones. Ueber spezielle Versuche, die ich hierüber mit Erfolg angestellt habe, soll demnächst berichtet werden.

Als zweiten Punkt möchte ich noch folgendes hervorheben. L. Hermann meint, es sei kein besonderes Gewicht auf die von K. L. Schaefer betonte Tatsache zu legen, dass die bei Tonintensitätsvariation gehörten sog. Unterbrechungstöne, die nach der Resonanztheorie im allgemeinen nicht objektiv sind, sondern nur Differenztöne eines der ersten Variationstöne mit dem Hauptton, ganz den Charakter von Differenztönen schon insofern haben, als sie genau wie diese, in eigentümlicher Weise im Hinterkopf lokalisiert sind.

---

1) F. A. Schulze, Ann. d. Phys. 26. p. 217. 1908.

2) K. L. Schaefer und O. Abraham, Ann. d. Phys. 13. 996. 1904.

Mir scheint gerade diese Tatsache, wenn auch natürlich nicht streng beweisend, so doch eine ganz wesentliche Stütze für die Resonanztheorie zu sein. Es ist in der Tat überraschend, wie sehr die eigentlichen Unterbrechungstöne (nicht die Variationstöne) in ihrem ganzen Charakter den Differenztönen gleichen.

Ich habe folgende einfache Anordnung benutzt.

Eine Stimmgabel auf Resonanzkasten wird angestrichen und die Oeffnung des Resonanzkastens dicht vor eine rotierende Scheibe gehalten, die mit Löchern versehen ist, deren Grösse gleich derjenigen der Resonanzkastenöffnung ist; der Abstand der Löcher ist gleich ihrer Breite. Man hört dann ganz ausgezeichnet den Stimmgabelton und die ersten beiden Variationstöne. Daneben hört man noch schwach den Unterbrechungston, und zwar in der für Differenztöne charakteristischen Lokalisation im Hinterkopf und, was ebenfalls für Differenztöne so überaus typisch ist, in um so stärkerer Intensität, je höher der Stimmgabelton ist.

L. Hermann meint nun allerdings, damit, dass der Unterbrechungston als Differenzton erklärt werde, sei seine Erklärung auf ein nicht minder noch erklärungsbedürftiges Gebiet verlegt. Es scheint mir aber, dass die „Periodiktheorie“ der Differenztöne, nämlich ihre Entstehung aus den Schwebungen, heutzutage wohl nicht mehr aufrecht erhalten wird, und auch hier die Resonanztheorie siegreich geblieben ist, seit es Helmholtz gelungen ist, die Differenztöne auf ihrer Grundlage zu erklären. Die neueren Modifikationen dieser Theorie durch Cl. Schaefer[1]) und mich[2]) geben ja wohl begründete Hoffnung, gewisse Schwierigkeiten des Helmholtz'schen Ansatzes zu beheben. (Anm. bei der Korrektur: Zu den von L. Hermann erhobenen Bedenken, siehe Cl. Schaefer und E. Juretzka, Ann. d. Phys. 41 p. 589, 1913.) Namentlich

1) Cl. Schaefer, Ann. d. Phys. 33. p. 1216. 1910.
2) F. A. Schulze, Ann. d. Phys. 34. p. 817. 1911.

sei darauf hingewiesen, dass der Ansatz von Cl. Schaefer das Anwachsen der Intensität der Differenztöne mit der Schwingungszahl der Primärtöne, das auch bei den oben erwähnten Versuchen stets gefunden wurde, erklärt, was aus dem Helmholtz'schen Ansatz nicht folgt. Es scheint nur noch eine Frage kurzer Zeit zu sein, dass eine vollkommen befriedigende Erklärung der Kombinationstöne unter Festhaltung des Helmholtz'schen Grundgedankens, gegeben sein wird. Ferner kommt es m. E. für vorliegenden Fall nicht auf die spezielle Erklärung der Entstehung der Differenztöne an, sondern nur auf die Tatsache ihres Bestehens, die doch zweifellos ist.

2. Phasenwechseltöne.

Als einen weiteren Beweis für die „Periodiktheorie" und Gegenbeweis gegen die Resonanztheorie des Hörens führt L. Hermann die sog. Phasenwechseltöne an. Lässt man einen im übrigen gleichmässig verlaufenden Ton periodisch in gleichen Zeitintervallen plötzlich die Phase wechseln, so soll hierbei ein Ton entstehen, dessen Schwingungszahl gleich der Anzahl der Phasenwechsel pro sec ist, ganz analog dem „Unterbrechungston". Hermann prüfte dies, indem er Zahnradformen passend schnitt, etwa derart, dass periodisch nach einer gewissen Anzahl von Zähnen ein Zahn von doppelter Breite, oder eine Lücke von doppelter Breite folgte. Aus dem Auftreten des entsprechenden Tones ist nun aber bei diesen Versuchen keineswegs auf die Richtigkeit der „Periodiktheorie" zu schliessen; bei der geschilderten Anordnung ist nämlich die Grundperiode des ganzen nach der Zeit periodischen Vorganges gleich der Zeit, die zwischen zwei benachbarten Phasenwechseln verstreicht. Nach der Resonanztheorie muss also dieser entsprechende Ton, der in diesem Fall dem „Phasenwechselton" der Periodiktheorie in Höhe gleich ist, sowie die harmonischen Obertöne gehört werden; unter letzteren ist natürlich der dem Zahnabstand

entsprechende besonders stark. Die Sachlage ist hier ganz analog, wie bei Herstellung von „Unterbrechungstönen“ durch periodisches Verstopfen von Löchern an einer Lochsirene.[1])

Eine Entscheidung zwischen beiden Theorien kann, analog wie bei den „Unterbrechungstönen“ nur geliefert werden, wenn die Schwingungszahl des Haupttones nicht ein ganzzahliges Vielfaches der Phasenwechsel ist. Die „Periodiktheorie“ würde auch in diesem Fall einen „Phasenwechselton“ verlangen, dessen Schwingungszahl gleich der Zahl der Phasenwechsel ist.

Ganz andere Töne sind im allgemeinen nach der Resonanztheorie zu erwarten.

Es möge ein Ton von der Schwingungszahl p, der Amplitude A und der Phase δ_1 eine Zeit von $t_1 sec$ bestehen in der Form $A\,cos(2\pi pt + \delta_1)$, nach Ablauf dieser Zeit Amplitude und Phase plötzlich in B und δ_2 ändern und sie t_2 Sekunden lang behalten, nach Ablauf dieser Zeit wieder plötzlich in die frühere Amplitude und Phase zurückkehren, sie $t_1 sec$ lang beibehalten, usw. Es sei $t_1 + t_2 = \tau = \frac{1}{u}$, wo also u angibt, wie oft pro sec jeder Ton einer Phase unterbrochen wird. Ferner sei $t_1 = \beta\tau$, also $t_2 = (1 - \beta)\tau$, wo $0 < \beta < 1$.

Die ganze Luftbewegung ist also einfach die Superposition der beiden Unterbrechungsklänge der beiden Töne $A \cdot cos(2\pi pt + \delta_1)$ und $B\,cos(2\pi pt + \delta_2)$.

Nach den von mir[2]) für einfache Unterbrechungstöne angegebenen Formeln ist also die Amplitude des ersten Tones

$$J_1 = A(\beta + \frac{2}{\pi} sin\,\pi\beta\,cos\,2\pi ut + \frac{2}{2\pi} sin\,2\pi\beta\,cos\,2\pi ut + \ldots)$$

wobei $t = 0$ in die Mitte eines Tondurchganges gesetzt ist.

---

1) Siehe hierzu besonders auch die Versuche von K. L. Schaefer und O. Abraham, Archiv f. d. ges. Physiologie, 85. p. 536. 1901.

2) F. A. Schulze, Ann. d. Phys. 26. p. 217. 1908.

Die Amplitude des zweiten Tones ist dann offenbar $J_2 = \frac{B}{A}(A - J_1) = B - \frac{B}{A} J_1$ und die ganze Luftbewegung

$$L = J_1 \cos(2p\,\pi\,t + \delta_1) + (B - \frac{B}{A}) J_1 \cos(2\pi\,pt + \delta_2) =$$

$$A\Big\{\beta\cos(2\pi pt+\delta_1)+\frac{1}{\pi}\sin 1\cdot\pi\beta\Big[\cos\{2\pi t(p-u)+\delta_1\}+\cos\{2\pi t(p+u)+\delta_1\}\Big]$$

$$+\frac{1}{2\pi}\sin 2\pi\beta\Big[\cos\{2\pi\,t(p-2u)+\delta_1\}+\cos\{2\pi\,t(p+2u)+\delta_1\}\Big]$$

$$+\ldots\ldots\Big\}$$

$$+B(1-\beta)\cos(2\pi\,pt+\delta_2)-B\Big\{\frac{1}{\pi}\sin 1\cdot\pi\beta\Big[\cos\{2\pi\,t(p-u)+\delta_2\}+\cos\{2\pi\,t(p$$

$$+u)+\delta_2\}\Big]+\frac{1}{2\pi}\sin 2\pi\beta\Big[\cos\{2\pi\,t(p-2u)+\delta_2\}+\cos\{2\pi\,t(p+2u)+\delta_2\}\Big]$$

$$+\ldots\ldots\Big\}$$

Es entstehen also, ganz wie bei den Unterbrechungsklängen, die objektiven Töne

$$\begin{array}{cc} p, & p-u, \quad p+u, \\ & p-2u, \quad p+2u, \\ & \vdots \qquad \vdots \end{array}$$

und diese Töne werden nach der Resonanztheorie gehört.

Ein Ton von der Phasenwechselzahl u wird im allgemeinen nicht gehört, sondern nur ausnahmsweise, wenn p ein ganzes Vielfaches von u ist, wie es bei den Versuchen von L. Hermann der Fall war. Wohl aber kann u wie bei den Unterbrechungsklängen als subjektiver Differenzton u gehört werden.

Von besonderem Interesse sind einige Spezialfälle. Für $B = 0$ resultieren die Variationstöne. Für $A = B$, $\delta_1 - \delta_2 = \pi$, $\beta = \frac{1}{2}$ verschwinden die Töne $p, p \mp 2u, p \mp 4u \ldots$ und es bleiben nur die Töne $p \pm u$, $p \pm 3u \ldots$

Es lässt sich leicht zeigen, dass das Verschwinden des Tones p im Falle $\delta_1 - \delta_2 = \pi$, $\beta = \frac{1}{2}$ nicht nur für $A = B$ eintritt, sondern bei einem einzigen Ton, wenn die Amplitude irgend eine ungerade Funktion inbezug auf die Mitte einer Periode ist.

Dies ist z. B. der Fall in dem bekannten Versuch mit einer vor einem Resonator rotierenden Stimmgabel, wobei, wie bekannt, die Töne $p - u$ und $p + u$, aber nicht p auftreten, wie es die Resonanztheorie verlangt. Die Amplitude des Tones p schwankt hierbei annähernd sinusförmig. Man kann mit grosser Annäherung den obigen Fall des plötzlichen Phasenwechsels π bei gleichbleibender Amplitude realisieren, indem man zu beiden Seiten einer Stimmgabelzinke oder einer schwingenden Feder je einen abgestimmten Resonator und dazwischen je eine rotierende Scheibe mit einer Anzahl der Peripherie parallelen Schlitze bringt; die beiden auf dieselbe Axe gesetzten Scheiben sind so gegeneinander versetzt, dass die eine den Tondurchgang gestattet, wenn die andere ihn verwehrt. Man hört in diesem Fall wieder die Töne $p - u$ und $p + u$, nicht aber u, oder nur als Differenzton; objektiv ist er, wie mit Resonatoren festgestellt, im allgemeinen nicht vorhanden.

Ueber genauere Versuche, bei denen mit Hülfe eines Verzweigungsrohres ähnlich dem Quincke'schen Interferenzdoppelrohres der Phasendifferenz beliebige Werte gegeben wurden, soll demnächst an anderer Stelle berichtet werden.

Pfaundlersche Töne.

Als besonders beweisend für die „Periodiktheorie" sieht L. Hermann (l. c.) die sog. „Pfaundlerschen" Töne an. Wird eine Lochscheibe mit ganz unregelmässig verteilten Löchern von zwei Röhren angeblasen, so soll man hiernach den dem jeweiligen Abstand der Röhren entsprechenden Ton hören, der mit Zunahme des Abstandes kontinuierlich sinkt. Dies

Verhalten wäre in der Tat mit der Resonanztheorie unvereinbar.

Nach dieser können, wie leicht einzusehen, wie beim Anblasen mit einem Rohr, auch beim Anblasen mit zwei Röhren nur der der Umdrehungszeit T entsprechende Ton von der Schwingungszahl $\frac{1}{T}$ sowie seine harmonischen Obertöne gehört werden, die auch objektiv vorhanden sein müssen. Jedoch werden die Intensitäten der einzelnen Partialtöne sich mit dem Abstand der beiden Anblaseröhren ändern. Sie lassen sich folgendermassen berechnen.

Die n Löcher seien rechteckig von der Breite δ. Die Amplitude der durchgehenden Luftbewegung sei 1. $t_1, t_2 \ldots t_n$, seien die Zeiten, zu denen von dem einen Rohr Luftstösse durch die Löcher dringen; für das andere Rohr sind dann die entsprechenden Zeiten $t_1 + \alpha$, $t_2 + \alpha, \ldots t_n + \alpha$, wo α vom Rohrabstand abhängt. T sei die Periode. Die allgemeine Zerlegung in die Fouriersche Reihe ist

$$f(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \sin\left(\frac{k \cdot 2\pi\, t}{T} + \delta_k\right),$$

$$\text{wobei } A_0 = \tfrac{1}{2} a_0,\ A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2},\ tg\, \delta_k = \frac{a_k}{b_k}$$

$$a_0 = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)dt,\ a_k = \frac{2}{T}\int_0^T f(t) \cos\frac{2\pi\, t}{T}\, dt;\ b_k = \frac{2}{T}\int_0^T f(t) \sin\frac{2\pi\, t}{T}\, df$$

Nach unserer Annahme: $f(t) = 1$ an einem Loch, $f(t)$ im übrigen $= 0$, sind für das eine, bez. zweite Anblaserohr (' bez. '')

$$a_k' = \frac{2\delta}{T}\left(\cos\frac{k \cdot 2\pi\, t_1}{T} + \cos\frac{k\, 2\pi\, t_2}{T} + \ldots + \cos\frac{k\, 2\pi\, t_n}{T}\right)$$

$$b' = \frac{2\delta}{T}\left(\sin\frac{k \cdot 2\pi\, t_1}{T} + \sin\frac{k\, 2\pi\, t_2}{T} + \ldots - \sin\frac{k\, 2\pi\, t_n}{T}\right)$$

$$a'' = \frac{2\delta}{T}\left(\cos\frac{k\,2\pi(t_1+\alpha)}{T} + \ldots + \cos\frac{k\,2\pi(t_n+\alpha)}{T}\right)$$

$$= \cos\frac{2\pi\,k\alpha}{T}\,a_k' - \sin\frac{2\pi\,k\alpha}{T}\,b_k'$$

$$b_k'' = \frac{2\delta}{T}\left(\sin\frac{k\,2\pi(t_1+\alpha)}{T} + \ldots + \sin\frac{k\,2\pi(t_n+\alpha)}{T}\right)$$

$$= \cos\frac{2\pi\,k\alpha}{T}\,b_k' + \sin\frac{2\pi\,k\alpha}{T}\,a_k$$

Beim Zusammenwirken beider Röhren ist: $a_k = a_k' + a_k''$ und $b_k = b_k' + b_k''$. Die Intensität des k-ten Tones ist:

$$J_k = A_k^2 = a_k^2 + b_k^2 = a_k'^2 + b_k'^2 + a_k''^2 + b_k''^2 + 2\left(a_k' a_k'' + b_k' b_k''\right).$$

Da nun, wie leicht zu verifizieren und auch von vornherein selbstverständlich, $A_k'^2 = a_k'^2 + b_k'^2 = A_k''^2 = a_k''^2 + b_k''^2$, so ist

$$A_k^2 = J_k = 2\,J_k' + 2\left(a_k' a_k'' + b_k' b_k''\right) = 2\,J_{1_k} + 2\cos\frac{2\pi\,k\alpha}{T}\left(a_k'^2 + b_k'^2\right)$$

$$= J_k' + \cos\frac{2\pi\,k\alpha}{T}\,J_k', \text{ also } J_k = 4\cos^2\frac{k\pi\alpha}{T}\,J_k'$$

J_k' hängt natürlich von der gegebenen Anordnung der Löcher ab. Die Veränderung dieser normalen „Einrohr"-Intensität des k-ten Partialtones beim Anblasen mit zwei Röhren hängt also ganz von $\frac{\alpha}{T}$ ab, d. h. dem Verhältnis des Rohrabstandes zur ganzen Perioherie. Die grösste Verstärkung des k-ten Partialtones tritt ein für $\alpha = \frac{T}{k}$, also für einen Ton, der übereinstimmt mit demjenigen Ton, der nach der Periodiktheorie zu erwarten wäre, oder ihm wenigstens nahe liegt; weiter davon abliegende Töne werden dagegen stark geschwächt. Variiert man α, indem man die eine Röhre an seiner Stelle lässt, die andere längs des Kreises hin und her bewegt, so werden immer andere und andere

Partialtöne des Klanges besonders verstärkt, bei Entfernung von dem festen Rohr von diesem aus beginnend allmählich immer tiefere, und zwar wie eben gesagt, diejenigen Partialtöne, die denen nach der Periodiktheorie zu erwartenden entsprechen oder ihm naheliegen. Es ist psychologisch also sehr plausibel, dass hierbei das Ohr gerade auf diese besonders starken allmählich in der Tonhöhe sich ändernden Partialtöne besonders achtet, ebenso wie z. B. Differenztöne, die leicht der Aufmerksamkeit entgehen, leicht bemerkt, apperzipiert werden, sowie ihre Tonhöhe variiert wird, etwa durch Variation des einen Primärtons.

Im wesentlichen wird also bei diesem Versuch nach der Resonanztheorie das Ohr neben einem unbestimmten Geräusch den Eindruck eines allmählich in seiner Höhe sinkenden Tones haben; ebenso wie es die „Periodiktheorie" erfordert unter Hinzunahme der Tatsache, dass 2 Impulse zur Erkennung der Tonhöhe genügen. Der Unterschied liegt aber darin, dass nach der Resonanztheorie immer nur bestimmte, distinkte, Töne, der Grundton und seine harmonischen Obertöne, und zwar sowohl objektiv wie subjektiv vorhanden sind, während die Tonhöhe nach der Periodiktheorie ganz stetig abnimmt, ausserdem der Ton nur subjektiv besteht.

Die daraufhin von mir angestellten Versuche, die an anderer Stelle ausführlich beschrieben werden sollen, haben die Folgerungen der Resonanztheorie bestätigt. Es lassen sich also die Pfaundlerschen Töne nicht als Beweis für die Periodiktheorie gegen die Resonanztheorie verwenden.

Bewegungstöne.

Nachdem gezeigt ist, dass periodische Aenderungen von einem von zwei Bestimmungsstücken eines Tones, nämlich der Amplitude und der Phase, Klangerscheinungen liefern, die vollkommen mit der Resonanztheorie des Hörens übereinstimmen, sei noch kurz der Einfluss einer periodischen

Aenderung des dritten und letzten Bestimmungsstückes eines Tones, nämlich der Schwingungszahl n besprochen. Eine solche kann z. B. erreicht werden mit Hülfe des Dopplerschen Prinzipes, indem die Tonquelle in periodischer Folge zum Beobachter hin und von ihm weg bewegt wird, indem etwa eine tönende Pfeife an die Zinke einer tönenden Stimmgabel befestigt wird. Nach der Resonanztheorie des Hörens ist hierbei folgendes zu erwarten. Es treten wieder, wie bei Variationen der Amplitude oder der Phase objektiv die Töne n, $n \mp u$, $n \pm 2u \ldots$ auf, wo u die Anzahl der Hin- und Hergänge in 1 Sekunde ist. Nach ihrer Entstehungsart könnte man sie „Bewegungstöne“ nennen. Jedoch ist in dem allein realisierbarem Fall, dass die Exkursion des Hin- und Herganges klein gegen die Wellenlänge des Tones ist, die Intensität des der Töne $n \mp a\,u$ sehr klein gegen diejenige des Tones n, sodass dieser allein gehört wird. Der Versuch bestätigt diese Folgerung der Resonanztheorie.

Ausführliche Angaben hierüber sollen an anderer Stelle mitgeteilt werden.

Weiter hielt Herr F. A. Schulze den Vortrag:

Fluoreszenzerregung durch Kathodenstrahlen und Quantenhypothese.

In interessanten Abhandlungen haben kürzlich J. Stark und G. Wendt[1]) gezeigt, dass an festen Metallverbindungen sowohl für die Serienemission als auch für die Bandenemission durch auftreffende Kanalstrahlen Schwellenwerte der erregenden Energie existieren, unterhalb deren die Emission der Serien bezw. der Banden nicht eintritt.

Sie sehen wohl mit Recht in dieser Tatsache „eine neue Bestätigung der Planckschen Hypothese, dass an elementaren Oscillatoren Licht nur in Beträgen grösser als bestimmte Quanten emittiert werden kann. Sie ist analog der Tatsache, dass die Kanalstrahlionen selber an sich nur oberhalb eines Schwellenwertes ihrer kinetischen Energie bewegte Intensität durch Stoss emittieren können." Die Schwellenwerte dieser Energie, in der üblichen Weise in Volt gemessen, ist bei verschiedenen Metallverbindungen verschieden. Für die Serienemission wurden Werte zwischen 600 Volt (für Lithium) und $>$ 4500 Volt (Thallium, Alluminium, Zink) gefunden, für die Fluoreszenzbandenemission Werte zwischen 500 Volt ($SrCl_2$, $BaCl_2$, CsCl.) und 1100 Volt (NaCl).

Es ist in dieser Beziehung von Interesse, dass auch über die Phosphoreszenzwirkung durch Kathodenstrahlen Beobachtungen vorliegen, die einen Schwellenwert dieser Wirkung ergeben haben, und eine quantitative Prüfung der

---

1) J. Stark und G. Wendt, Ann. d. Phys. 38, 669 und 690; 1912. Siehe dort (pag. 692 ff.) die nähere Präzisierung für den Ausdruck „Schwellenwert der kinetischen Energie für Bandenfluoreszenz".

Quantenhypothese ermöglichen. Es sind dies von P. Lenard [1]) im Jahre 1903 veröffentlichte Messungen über die Intensität der Phosphoreszenzwirkung von Kathodenstrahlen. Lenard fand, dass die Phosphoreszenzhelligkeit H auf dem Phosphoreszenzschirme proportional der Dichte Q der Kathodenstrahlen, sowie der um eine der betr. Leuchtsubstanz eigentümliche Voltzahl v_0 verminderte Geschwindigkeit v der Kathodenstrahlen, ausgedrückt in Volt, ist:

$$H = \frac{1}{c} Q. (v - v_0)$$

Es besteht also auch für die Phosphoreszenzwirkung der Kathodenstrahlen ein Schwellenwert v_0 der kinetischen Energie. Die Grössenordnung dieses Schwellenwertes ist dieselbe, wie bei der Serienemission und Fluoreszenzbandenemission durch Kanalstrahlen. Er liegt zwischen 300 Volt (für CaS, Bi, $Na_2S_2O_3$) und ca. 6000 Volt (für Thüringerglas).

Dieser Schwellenwert der kinetischen Energie liegt stets oberhalb des von der Quantenhypothese geforderten Minimums. Die kinetische Energie ist $e \frac{v}{300}$, wo e das Elementarquantum $= 4{,}7 \cdot 10^{-10}$, v die Geschwindigkeit in Volt ist. Andererseits ist das erforderliche Minimum der kinetischen Energie nach der Quantentheorie $= h\nu$, wo $h = 6{,}55 \cdot 10^{-27}$, ν die Frequenz des erregten Lichtes ist. Für CaS, Bi, $Na_2S_2O_3$ ist $\lambda_{max} = 455 \cdot 10^{-6}$ mm, $\nu = 66 \cdot 10^{13}$. Demnach berechnet sich die erforderliche minimale Geschwindigkeit v' als

$$v' = \frac{300.6{,}55 \cdot 10^{-27} \cdot 66 \cdot 10^{13}}{4{,}7 \cdot 10^{-10}} \simeq 2{,}8 \text{ Volt.}$$

Die tatsächliche Energie ist also stets beträchtlich grösser als die nach der Quantenhypothese erforderliche Minimalenergie.

---

1) P. Lenard, Ann. d. Phys. 12. 462. 1903.

Sehr merkwürdig sind die Vorgänge, die Lenard für Geschwindigkeiten unterhalb des Schwellenwertes v_0 fand. Für solche bleibt zunächst der Phosphoreszenzschirm dunkel; allmählich tritt ein Phosphoreszenzfleck hervor, dessen Helligkeit bis zu einem (geringen) Maximum anwächst. Dieses ist um so geringer und die Verspätung seines Erscheinens um so grösser, je tiefer v unter v_0 liegt. Bei $v = 10$ Volt war der Phosphoreszenzfleck eben noch nicht sichtbar und es vergingen 10 Sek. bis zu seinem vollen Erscheinen; bei $v = 6$ Volt war auch nach 30 Sek. nichts zu sehen (trotz reichlicher Strahldichte).

Auch für diese Erscheinung bleibt der Schwellenwert also noch über dem nach der Quantenhypothese geforderten Minimalwert.

In der Wahlsitzung wurde Herr Oberlehrer Dr. Brand zum ausserordentlichen Mitglied gewählt.

Aufgelegte Schriften:

Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrgang 64. Wiesbaden 1911.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Nr. 12, 13, 14, 15. Wien 1911.

Atti della Reale Accademia dei Lincei, 1911, Serie Quinta, Volume XX. Fascicola 12. Roma 1911.

The American Naturalist. Vol. XLV, Nr. 541, Vol. XLVI, Nr. 542. New York 1912.

Bulletin of the New York. Volume XVI, Nr. 1. New York 1912.

Alfabetiskt Register till Entomologisk Tidskrift Arg. 11—30. 1890—1909. Upsala 1911.

Entomologisk Tidskrift. Arg. 32, Heft 1—2, 3—4. Upsala 1911.

Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica 35. Helsingfors 1909 bis 1911.

Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica. Helsingfors 1911. 36, 37.

Bulletin de L'Academie Imperiale des Sciences de St. Petersbourg. VI. Ser. St. Petersbourg 1912.

Astronomische Korrespondenz für Monat Januar 1912 mit der Beilage Wissenschaft und Technik. VI. Jahrgang 1911. Hamburg 1911.

Abhandlungen von der Senckenbergischen Gesellschaft. 34. Bd. Heft 1, 2. 33. Bd. Heft 4. 29. Bd. Heft 4. Frankfurt a. M. 1911.

42. Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. Heft 1, 2, 3, 4, Frankfurt a. M. 1911.

Proceedings of the Annerican Academy of Arts and Sciences. Vol. 47. Nr. 8, 9. Harvard 1911.

Analyses of Stone Meteorites Geologigal. Vol. III. Nr. 9. Chicago 1911.

Annali della Facolta di Medicina. Serie IV. Vol. 1. Perugia 1911.

Travaux de la Société Imperiale des Naturalistes de St. Petersbourg. Section de Zoologie et Physiologie. Vol. XI. Livr. 3. St. Petersbourg 1911.

Travaux de la Société Imperiale des Naturalistes de St. Petersbourg. Vol. XLII. Livr. 1. St. Petersbourg 1911.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. 1912. Volume XXI. Fascicolo 1. Roma 1912.

Dr. Ludwig v. Ammon: Schildkröten aus dem Regensburger Braunkohlenton. Regensburg 1911.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 2 März 1913

In der Sitzung vom 5. März sprachen zunächst A. Lohmann und Eduard Müller:

Ueber die Wirkung des Nervus vagus auf die Bronchialmuskulatur.

An der Innervation der Lungen beteiligen sich zwei Nerven, der Vagus und der Sympathicus. Der erstere soll neben sensiblen Lungenfasern auch zentrifugale enthalten, die motorische Impulse zu der Bronchialmuskulatur senden. Diese motorischen Fasern sollen sich in zwei Gruppen teilen: in bronchoconstrictorische und in bronchodilatatorische. Die Existenz der bronchoconstrictorischen Fasern wird von der Mehrzahl der Autoren anerkannt, das Vorhandensein der dilatatorischen jedoch fast allgemein bezweifelt.

Der experimentelle Nachweis solcher zentrifugalen Lungenfasern kann durch künstliche Reizung des Nervus vagus und durch Feststellung des reaktiven motorischen Ausschlags an der Bronchialmuskulatur erbracht werden.

Die Erkennung des Reizeffektes ist auf doppelte Weise möglich: direkt durch Besichtigung von Bronchiolen im Moment der Vagusreizung, z. B. auf einem frischen Lungenquerschnitt und indirekt durch die Rückwirkung aller Form-

veränderungen der Bronchien auf den im Bronchialbaum herrschenden Druck oder auf damit verbundenen Volumschwankungen der Lunge selbst. Die meisten Autoren haben zur Feststellung des motorischen Ausschlags die Veränderungen des intrapulmonären Drucks benützt, die sich an einer an der Luftröhre angebrachten Messvorrichtung ergeben.

Es ist nun seit Dezennien bekannt, dass Vagusreizungen imstande sind, den in der Luftröhre herrschenden Druck zu steigern. Die Schlussfolgerung aber, dass diese Druckerhöhung auf einer Zusammenziehung der Bronchialmuskulatur beruhen muss, begegnet noch immer Bedenken; das gleichzeitige Verhalten des gesamten im Onkometer gemessenen Lungenvolumens ist sogar durchaus strittig. Der Befund von Brodie-Dixon, dass die Vagusreizung zur Verkleinerung des gesamten Lungenvolumens führt, wurde z. B. von Marc-Callum nicht bestätigt und Sihle meint, dass die Atemdrucksteigerung durch Vagusreizung weniger auf Kontraktion der Bronchiolen, als auf stärkere Blutfülle der Lungengefässe zu beziehen sei.

Die sichere Deutung der Atemdrucksteigerung und der Lungenvolumschwankungen nach Vagusreizungen wird in der Tat durch eine ganze Reihe, z. T. verborgener Fehlerquellen gefährdet. Am leichtesten lässt sich die störende Rückwirkung der willkürlichen Atemmuskulatur ausschalten. Es gelingt dies durch totales curaresieren. Weitere Versuchsfehler können darin liegen, dass der Nervus vagus nicht nur die Lungen, sondern auch Herz, Magen und Speiseröhre versorgt. Vagusreizung ändert zunächst die Herztätigkeit und dadurch die Zirkulation. So könnten sich Blutfülle der Lunge und damit auch Atemdruck und Lungenvolumen ändern.

Ausgesprochene pulsatorische Bewegungen des Bronchialbaums lassen sich durch die Spiegeluntersuchung mit Hilfe

des Bronchoskops am Menschen direkt beobachten; sie kommen durch die unmittelbare Nachbarschaft schlagender Herzabschnitte und durch Pulsationen des auf dem linken Hauptbronchus reitenden Arcus aortae zustande.

Vagusreizung verursacht ferner Kontraktionen des Magens; dadurch könnte der Zwerchfellstand und indirekt wieder das Lungenvolumen beeinflusst werden. Vagusreizung führt endlich zu Kontraktionen der Speiseröhre. Die Speiseröhre liegt aber oben der häutigen Hinterwand der Luftröhre unmittelbar an.

Eine einwandsfreie Ausschaltung dieser in der gleichzeitigen Vagusversorgung von Herz, Magen und Speiseröhre liegenden Fehlerquellen gelingt unseres Ermessens nur durch die gänzliche Entfernung dieser Organe. Herz und Bauchorgane lassen sich beim Versuchstier leicht und rasch herausnehmen. An der Speiseröhre hat man sich bisher begnügt, störende Muskelkontraktionen durch das Einführen eines passenden Glasstabes möglichst zu verhindern. Viel sicherer ist die Herausnahme auch dieses Organes. Wir haben die Speiseröhre von der anliegenden Trachea abpräpariert und am Halse, sowie am Mageneingang abgeschnitten. Sie lässt sich dann nach oben herausziehen.

Diese Vagusreizungen haben wir vor und nach Herausnahme der störenden Organe, also des Herzens, des Magendarmkanals und der Speiseröhre vorgenommen, auch schrittweise vorgehend dergestalt, dass wir den Nerven zunächst bei dem sonst intakten Tiere reizten, die Bauchorgane herausnahmen, wiederum reizten, das Herz entfernten, von neuem reizten usw. Schliesslich arbeiteten wir gewissermassen an einem überlebenden Vagus-Lungenpräparat. Die Druckmessungen an der Trachea erfolgte durch Marey'sche Kaspeln, später auch mit Hilfe der Frank'schen Spiegelvorrichtung, bei der man die schönsten Ausschläge erhält. Als Ver-

suchstiere dienten uns Kaninchen, Katzen und griechische Schildkröten. Bei Kaninchen und Katzen ist schnelles Arbeiten geboten; es verlieren sich sonst Erregbarkeit des Vagus und Kontraktionsfähigkeit der Bronchialmuskulatur. Schildkröten haben wir als Versuchstiere deshalb mitbenützt, weil sie bekanntlich ein sehr zähes Leben haben; ausserdem besitzen sie eine auffällig reich entwickelte glatte Lungenmuskulatur. Auch im bindegewebigen Stroma der Schildkröten liegen solche Muskelmassen, dass sie — wenigstens nach den Angaben in Bronn's „Klassen und Ordnungen des Tierreichs" — gleichsam das Grundgewebe des Lungenparenchyms bilden. Jullien hat schon 1873 dieser mächtig entwickelten glatten Lungenmuskulatur der Schildkröte eine hohe Bedeutung für die Atmung und zwar für die Phase der Exspiration beigelegt; er hat damit hinsichtlich der Schildkröte schon den Gedanken ausgesprochen, den wir selbst auf Grund unserer eigenen Untersuchungen an Säugetierlungen jetzt vertreten; wir meinen die Hypothese, dass die normale Ausatmung unter aktiver Mitwirkung der exspiratorischen glatten Lungenmuskulatur, zustande kommt. Nach der anatomischen Anordnung der Bronchialmuskulatur muss ihre Kontraktion nicht nur zur Verengerung, sondern gleichzeitig auch zur Verkürzung des Bronchialbaums führen. Der frühere Medizinalpraktikant der medizinischen Poliklinik, Herr Huckert, hat, um eine bessere Grundlage für unsere Versuche mit der Bronchialmuskulatur zu schaffen, am hiesigen anatomischen Institut genauere Untersuchungen über die Anatomie der menschlichen Bronchialmuskulatur gemacht; er hat hierbei u. a. festgestellt, dass die übliche Anschauung von einer besonderen Längs- und Ringmuskulatur der intrapulmonären Bronchien keineswegs zutrifft. Es gibt hier keine geschlossenen Muskellagen wie beim Darm und weder eine reine Ring- noch Längsmuskulatur.

An den kleineren Bronchien handelt es sich um netzartig sich durchflechtende, gleichsam nach der Art der japanischen Schere funktionierende Muskelbalken, die vornehmlich schräg zur Längsachse des Bronchus verlaufen. Nähere Einzelheiten hierüber müssen wir uns für die Dissertation von Huckert vorbehalten.

Sowohl beim Kaninchen, wie bei der Schildkröte haben wir am überlebenden Vagus-Lungenpräparat, also unter einwandsfreien Versuchsbedingungen in gleicher Weise wie vor der Herausnahme eines jeden der möglicherweise störenden Einzelorgane, also des Herzens, des Magen-Darmkanals und der Speiseröhre mit Sicherheit festgestellt, dass die elektrische Vagusreizung am peripheren Stumpf durch Kontraktion glatter Lungenmuskulatur eine deutliche, wenn auch geringfügige, Erhöhung des in der Luftröhre herrschenden Druckes hervorruft. Für diese Druckerhöhung ist im wesentlichen die Bronchialmuskulatur, nicht aber die Gefässmuskulatur, verantwortlich. Reizungen des Sympathicus fanden wir bei Kaninchen völlig wirkungslos. Durch frühere Versuche konnten wir beweisen, dass eine elektrische Reizung der überlebenden und vollkommen ausgeschnittenen Lunge möglich ist und zu einer deutlichen Verkleinerung des Lungenvolumens führt. In gleicher Weise gehen Vagusreizungen durch Kontraktion der Bronchialmuskulatur mit einer Exspirationsbewegung der Lunge einher (Höhertreten des Zwerchfells infolge der Verkleinerung des gesamten Lungenvolumens nach Vagusreizung; Messung des Zwerchfellstandes durch den Rosenthal'schen Hebel; vgl. Kurve Nr. 1). Anhaltspunkte für die Existenz broncho-dilatatorischer Fasern fanden wir hingegen nicht. Aktive Erweiterungen der intrapulmo-

nären Bronchien sind überhaupt bei der anatomischen Anordnung der Bronchialmuskulatur kaum denkbar. Die Dilatation, soweit sie auf die Bronchialmuskulatur zurückzuführen ist, kann nur die Folge einer Erschlaffung jener netzartig angeordneten Muskelbalken sein, die die Luftröhrenäste verengern und gleichzeitig verkürzen.

Die Bronchokonstriktion, die auf Vagusreizung folgt, und die damit einhergehende Volumverkleinerung der Lunge beweist auch, dass für die jeweilige Grösse des Lungenvolumens auch die glatte Bronchialmuskulatur und damit auch die durch den Nervus vagus zur Lunge verlaufenden zentrifugalen Erregungen von Bedeutung sind. Natürlich müssen neben der Bronchialmuskulatur auch die in der Bronchialwand gelegenen elastischen Fasern exspiratorisch wirksam sein [1]).

Besonderheiten der auf Vasgusreizungen folgenden Drucksteigerungen im Bronchialbaum liegen bei unseren Versuchen darin, dass hierzu starke elektrische Ströme erforderlich sind, und dass trotzdem der motorische Nutzeffekt geringfügig bleibt. Die Grösse des experimentell erreichbaren Ausschlags steht anscheinend im Missverhältnis zu den verfügbaren glatten Muskelmassen. Wir haben den Ausschlag wiederholt — auch bei der durch auffällig reiche Lungenmuskulatur ausgezeichneten Schildkröte — geeicht. Bei der Schildkröte liess sich am überlebenden Vagus-Lungenpräparat ein gleich hoher Ausschlag an der Messvorrichtung schon durch Injektion von 0,1 ccm Luft in die Trachea erzielen! Es fragt sich nun, ob der durch elektrische Vagusreizung experimentell erreichbare motorische Ausschlag am Bronchialbaum dem Nutzeffekt vergleichbar ist, der im gesunden Organismus durch physiologische im Vagus absteigende

1) Vgl. Minkowski-Bittorf: Allgemeine Pathologie der Atmung in Krehl-Marchand's Handbuch der Allg. Path. Bd. II.

Impulse möglich ist. Wir kennen klinische grobe Unterschiede zwischen elektrischer und Willens- d. h. physiologischer Erregbarkeit eines Nerven, z. B. bei Facialislähmungen. Solche Unterschiede sind uns aber nur an krankhaft veränderten Nerven bekannt. Auch die Erklärung der Geringfügigkeit des Ausschlags durch Absterbeerscheinungen im überlebenden Vagus-Lungenpräparat ist nicht angängig. Der motorische Nutzeffekt der Vagusreizung ist vor Herausnahme der möglicherweise störenden Organe also Herz, Magen-Darmkanal und Speiseröhre, keineswegs grösser als kurz nachher.

Die Geringfügigkeit unseres experimentellen Ausschlags im überlebenden Vagus-Lungenpräparat scheint auch nicht daran zu liegen, dass zur Erzielung grösserer Nutzeffekte ein ganz bestimmter Dehnungszustand der Lunge erforderlich ist. Wir haben die Lungen in annähernd normaler Blähung, in nahezu völligem Kollaps und in tiefster Inspirationsstellung untersucht und keine gröberen Unterschiede gefunden.

Man kann sich höchstens darauf berufen, dass der Nutzeffekt einer doppelseitigen Vagusreizung grösser scheint als die Summe der einseitigen; aber auch dann bleibt das Missverhältnis zwischen verfügbarer Muskelkraft und motorischem Ausschlag nach elektrischer Vagusreizung bestehen.

Vermutlich beruht die Drucksteigung im Bronchialbaum vornehmlich auf einer Kontraktion der kleinen Bronchien, der sog. Bronchiolen. Gerade die kleineren Bronchien besitzen die relativ kräftigste Muskulatur. Die grösseren intrapulmonären Aeste sind durch unregelmässig verteilte Knorpelplättchen relativ versteift — Einlagerungen, die allmählich kleiner und spärlicher werden und sich erst in den Bronchien unter 1 mm Durchmesser ganz verlieren. Diese vorherrschende Bedeutung der an Muskulatur relativ reichsten und zu den stärksten aktiven Formveränderungen befähigten kleineren und kleinsten Bronchien macht auch das

naheliegende Studium der Bronchialmuskulatur mit Hilfe der direkten Spiegeluntersuchung, durch das sog. Bronchoskop wenig fruchtbar. Bei erwachsenen Menschen sieht man abgesehen von den schon erwähnten pulsatorischen Schwankungen des Bronchialbaums normal fast nur solche respiratorischen, die durch die Senkung der Lungenwurzel bei der Einatmung zustande kommen. Bei der bronchoskopischen Untersuchung von Kindern hat man auch exspiratorische Verengerungen und inspiratorische Erweiterungen von grösseren Bronchien gesehen.

Beim Erwachsenen sieht man bronchoskopisch nur unter krankhaften Bedingungen grobe Formveränderungen der grösseren Luftröhrenäste z. B. beim Husten. Es kann hier geradezu zu einer Verlegung des Lumens kommen. Wahrscheinlich handelt es sich hier aber in erster Linie um ein passives Zusammendrücken der grösseren Bronchien, weniger um einen aktiven Verschluss durch Bronchialmuskelkontraktion. Wir selbst haben bei curaresierten und tracheotomierten Hunden mit Hilfe des Bronchoskop weder spontane noch auf Vagusreizung erfolgende Volumschwankungen der sichtbaren grösseren Bronchien feststellen können. Die Bronchoskopie hat also für die experimentelle Untersuchung der Bronchialmuskulatur den grossen Nachteil, dass man gerade die Bronchien nicht sieht, bei denen der grösste motorische Effekt zu erwarten ist; das sind die kleineren und kleinsten Aeste.

Der Schlüssel zum Verständnis des geringen Nutzeffektes experimenteller Vagusreizungen liegt wohl darin, dass die Bronchialmuskulatur nur mittelbar unter dem Einfluss motorischer Vagusimpulse steht. Die zur Lunge ziehenden Vagusfasern sind vielfach durch Nervenknoten, durch die sog. Remak'schen Ganglien im Bronchialbaum unterbrochen. Die Bronchialmuskulatur

scheint aber unter der Vorherrschaft solcher nervösen im Bronchialbaum selbst gelegenen Zentren zu stehen.

Trotz der unzweifelhaften Beeinflussung der exspiratorisch wirksamen Bronchialmuskulatur durch den Nervus vagus fehlt auch heutzutage noch der vollgültige experimentelle Beweis dafür, dass während der Atmung, vor allem in der Phase der Exspiration rhythmische motorische Impulse durch den Vagus zur Lunge laufen. Wir selbst wenigstens haben rhythmische zur Lungenmuskulatur verlaufende zentrifugale Erregungen im Nervus vagus bis jetzt weder bei normaler noch dyspnoischer Atmung nachweisen können. Zu diesem Zweck haben wir die Nervi vagi am Halse freigelegt, durchschnitten und versucht, am oberen Vagusteil etwaige Aktionsströme abzuleiten.

Im Anschluss daran werden von den Vortragenden noch die hierunter wiedergegebenen 5 Kurven demonstriert und besprochen.

Weiterhin wird ein Versuch an einer Schildkröte, analog der Fig. 5, vorgeführt.

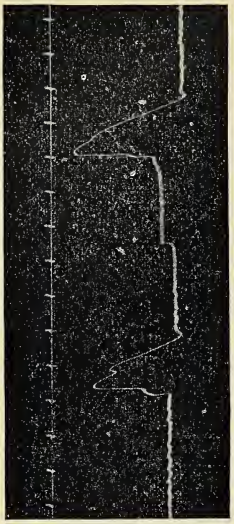


Fig. 1.

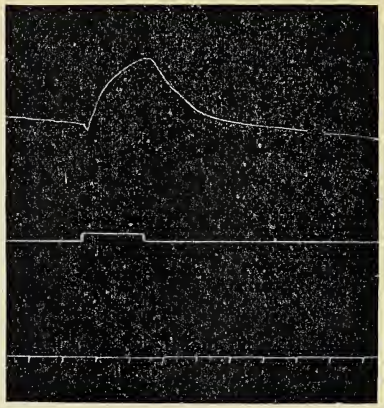


Fig. 2.

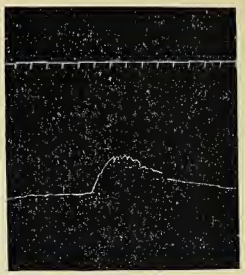


Fig. 3.

Fig. 4.

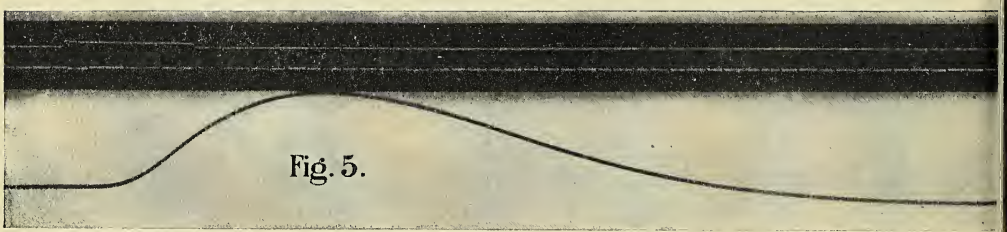


Fig. 5.

Erklärung zu der Figurentafel:

Fig. 1

Kaninchen 2500 g, 4 cm^3 3% Curarelösung. Sauerstoffinsufflation. Zwerchfellbewegungen nach Rosenthal registriert. Zuerst Reizung des linken, dann Reizung des rechten N. Vagus. Zeit in 10".

Fig. 2

Kaninchen; Urethannarkose Trachealcanüle mit Marey'scher Capsel verbunden. Sternum ohne Verletzung der Pleuren entfernt. Herz ausgeschnitten. Reizung des rechten Vagus. (Bei Reizung des linken Vagus analoger Effekt.) Zeit in 10".

Fig. 3

Kaninchen Urethannarkose. Trachealcanüle mit Marey'schen Capsel verbunden. Sternum ohne Eröffnung der Pleuren entfernt; Bauchhöhle ausgeräumt; Oesophagus extrahiert, Herz entfernt, dabei ein kleiner Rest von Venen, der weiterpulsiert, stehen geblieben, linker Vagus gereizt. Zeit in 10".

Fig. 4

Testudo graeca. 2 g Urethan; Bauchpanzer entfernt; Tracheotomie; Herz ausgeschnitten; Lungen unter Druck von 25 mm Wasser aufgeblasen und durch Wassermanometer gebläht gehalten. Der freie Schenkel des Manometers mit Marey'scher Capsel verbunden. Zuerst Reizung des linken, dann des rechten N. vagus.

Fig. 5

Verkleinert auf $^1/_3$. Testudo graeca. Wie Fig. 4, doch ausser Herz noch Magen, Darm und Oesophagus entfernt. Registrierung mit Frank'scher Kapsel. Zeit in 10".

Hierauf sprach Herr Fritz Loening:

Ueber sauerstoffzehrende und sauerstoffübertragende Eigenschaften des Blutserums.

Beobachtungen über den tonisierenden Einfluss, den Sauerstoff auf die überlebende glatte Muskulatur der verschiedensten Organe auszuüben vermag, hatten zur Feststellung zweier Tatsachen geführt[1]). Einmal hatte es sich gezeigt, dass es keineswegs gleichgültig ist, ob die Sauerstoffeinwirkung auf das betr. Organ in Serum oder in Ringerlösung erfolgt: dass vielmehr der gleiche Sauerstoff, in Serum eingeleitet, über eine viel stärkere Wirkungskraft verfügt als in Ringerlösung, woselbst seine tonisierende Kraft dagegen fast gar nicht zur Geltung kommt. Andererseits hatten jene Beobachtungen ergeben, dass es weiterhin auch für die Bewertung der tonisierenden (z. B. des sog. „vasotonisierenden" oder „vasoconstriktorischen") Leistungen eines Serums ebensowenig gleichgültig ist, ob sich das betr. Serum in sauerstoffgesättigtem oder sauerstoffarmem Zustande befindet: das vielmehr ein und dasselbe Serum einen schon vorhandenen mittleren Tonus sowohl zu erhöhen als auch zum Abfall zu bringen vermag, je nachdem es im einen Falle gut, im anderen nur mangelhaft mit Sauerstoff vorher versehen worden war.

Die Beobachtung, dass der Sauerstoff in Serum so sehr viel besser auf die Zellen einzuwirken vermag, als in Ringerlösung, hatte den Gedanken an ein besonderes, dem Serum etwa eigenes O_2-Uebertragungsvermögen nahegelegt. Es erschien nicht ausgeschlossen, dass nur in einer solchen, die Sauerstoffübertragung auf die Zellen, die „Sauerstoffaktivierung" besonders begünstigenden Eigenschaft des

1) Ausführliche Mitteilungen über diese unter Prof. A. Gürber ausgeführten Untersuchungen erfolgen in der Ztschr. f. Biol. 1913.

Serums die Ursache seiner tonisierenden Leistungen zu finden sei. Zur Lösung der Frage, inwieweit man in Tat von einem besonderen O_2-Uebertragungsvermögen des Serums zu sprechen berechtigt sein könnte, sollten die vorliegenden Untersuchungen mit beitragen helfen.

Eine Anregung hierzu hatten namentlich gewisse, schon vorliegende Beobachtungen W. Loele's[1]) gegeben. Loele fand, dass eine spontan, durch allmähliche Sauerstoffaufnahme aus der Luft schon eintretende Verfärbung eines α-Naphtol-Formolreagenz durch Zusatz kleiner Mengen von Blutserum (oder Organextrakten) beschleunigt werden kann. Wurde Blutserum dahingegen im Ueberschusse hinzugesetzt, so wurde dadurch nicht nur keine Beschleunigung, sondern eine deutliche Hemmung jenes Oxydationsvorganges erzielt.

Von dem Vorhandensein derartiger, die Sauerstoffübertragung bisweilen nicht nur nicht fördernder, sondern geradezu hemmender Eigenschaften des Blutserums konnte man sich auch in den hier zu besprechenden Versuchen oftmals überzeugen.

Wurden zu jedem von 6 einzelnen, je 10 ccm frisches Rinderserum in steigender Ringer- oder NaCl-Verdünnung (a = unverdünntes Serum, b = $^1/_2$ fach, c = $^1/_4$, d = $^1/_{10}$, e = $^1/_{20}$ fach verdünntes Serum; f = Ringer bezw. NaCl ohne Serumzusatz) enthaltenden Röhrchen je 1 ccm eines frischen, 0,5 % α-Naphtol und 0,5 % Dim.-p-phenylendiamingemisches hinzugegeben, so liessen die stärker concentrierten Serumröhrchen (a, b, c) lange Zeit hindurch eine deutliche Hemmung der in den übrigen Röhrchen alsbald einsetzenden Indophenolblaubildung erkennen. Während in den schwächer concentrierten Serumröhrchen (d und e) verglichen mit der serumfreien Ringer- bezw. NaCl-Lösung (f) nach 1—2 stündigem Stehen bei 40° eher eine gewisse Verstärkung der Blaufärbung eingetreten sein mochte, hatten die stärker concentrierten Serumlösungen unzweifelhaft nur hemmend auf jenen Oxydationsvorgang einwirken können. Ganz das gleiche Ergebnis — zunehmende Hemmung entsprechend der steigenden Concentration — liess nun auch ein (aus der 12—24 stündigen Dialyse dieses Serums gegen die gleiche Menge Ringerlösung hervorgegangenes)

1) Münch. med. Woch. 1910 S. 1394, 2414.

Serumdialysat bei Anwendung der gleichen Methode erkennen: ein Hinweis darauf, dass eiweissartige Bestandteile des Serums irgendwelcher Art als Träger jener hemmenden Wirkung wohl kaum in Betracht kommen konnten. — Ein durchaus ähnliches Verhalten den zugesetzten Indophenolblaureagenzien gegenüber war auch bei der Prüfung entsprechend verschieden concentrierter Adrenalinlösungen (a = 1 : 50000, b = 1 : 100000, c = 1 : 200000, d = 1 : 400000, e = 1 : 800000 f = adrenalinfreie NaCl-Lösung) festzustellen, wobei jene Hemmung dann in immer noch verstärktem Maasse zur Geltung kam, wenn das Adrenalin in alkalischer Lösung (0,1% Sodakochsalzlösung) enthalten war.

Wie aber war jene Hemmung nun zu erklären? Nach dem Obengesagten lag es nahe, auch in diesem Falle an den Einfluss einer mehr oder weniger guten O_2-Versorgung zu denken. Gleichwie ein Ueberwiegen sauerstoffübertragender (oxydierender) Eigenschaften bei guter O_2-Versorgung des Serums, so hätte andererseits auch ein Ueberwiegen sauerstoffzehrender (reduzierender) Eigenschaften bei mangelhafter O_2-Versorgung vorliegen und für die Erklärung jener fördernden resp. hemmenden Wirkungen mit in Betracht kommen können.

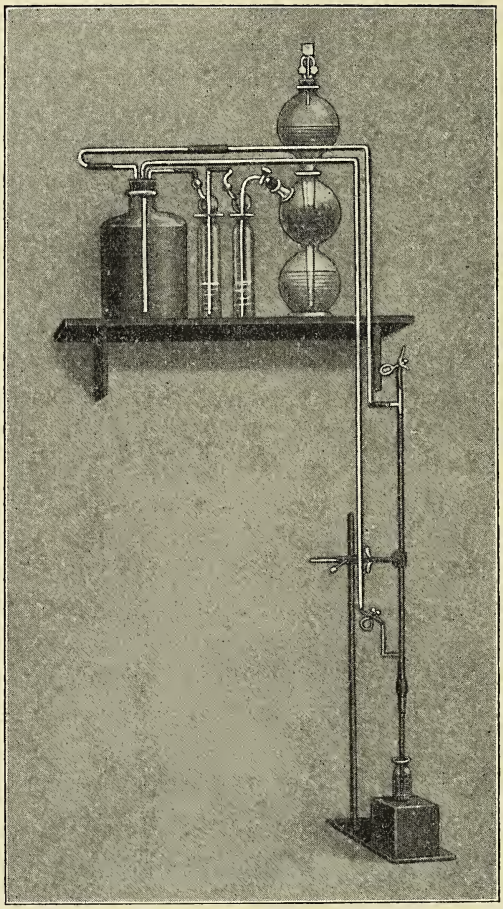
Es lag m. a. W. für die weiteren Versuche die folgende Fragestellung vor: Lässt sich das Vorhandensein stärker reduzierender Eigenschaften überhaupt bei jedem Serum nachweisen, und bis zu welchem Grade können solche reduzierenden Eigenschaften dann durch O_2-Einleitung wiederausgeglichen werden? Falls es aber durch fortdauernde gute O_2-Versorgung eines Serums wirklich gelingt, dessen reduzierende resp. hemmende Wirkungen wieder ganz auszugleichen: lässt dann in der Tat ein solch völlig mit O_2 gesättigtes Serum jetzt besondere sauerstofftragende (oxydierende) Eigenschaften erkennen? — Zum Vergleiche brauchte nur an das Beispiel einer gewöhnlichen Leuchtgasflamme etwa erinnert zu werden, wo ja bekanntlich ebenfalls die mit O_2 noch nicht hinreichend gesättigten (inneren) Teile reduzierend, die mit O_2 jedoch reichlicher versehenen (äusseren) Teile oxydierend wirksam sind.

I. Prüfung der reduzierenden Eigenschaften eines Serums.

Um über das Reduktionsvermögens eines Serums und diejenigen Veränderungen, die es unter dem Einflusse der Verdünnung, Sauerstoffeinleitung, Erwärmung usw. erleidet, Aufschluss zu erhalten, konnte man sich des von Knecht und Hibbert empfohlenen, von H. Wichern[1]) dann ausgearbeiteten und ausführlicher beschriebenen messenden Verfahrens der Titrierung mit Titantrichlorid nach Methylenblauzusatz bedienen. Hat man zu einem Serum eine bestimmte Menge Methylenblau medizinale Höchst (hier gewöhnlich je 1 ccm einer 0,1 % Methylenblaukochsalzlösung auf je 10 ccm Serum) hinzugegeben, so lässt sich eine durch das Serum etwa bewirkte teilweise Reduktion des Methylenblaus immer daran erkennen, dass es zur völligen Reduktion und Entfärbung des Serummethylenblaugemisches danach viel weniger ccm des (reduzierend wirksamen) $TiCl_3$ bedarf, als wenn dieselbe Menge Methylenblau nur in Kochsalzlösung gelöst enthalten gewesen wäre. Der Mehrverbrauch an $TiCl_3$ zur Entfärbung der Kochsalzlösung entsprach somit der wirkam gewesenen Reduktionskraft des betr. Serums. Bezüglich der Einzelheiten der Technik muss hier auf die Angaben Wichern's verwiesen werden (s. nebenstehend. Abb.). Hier wurde in der Regel eine unter Wasserstoffatmosphäre aufbewahrte 0,05 % $TiCl_3$-Lösung (10 ccm des 15 % Merck'schen Titantrichlorids auf 3000 g zuvor ausgek. aq. dest.) verwandt. Titriert wurde — unter langsamer gleichmässiger Zugabe des $TiCl_3$ und unter fortdauerndem schnellen Umrühren des Methylenblaugemisches — solange, bis plötzlich ein Moment erstmaliger völliger Entfärbung eintrat, worauf dann die bis dahin verbrauchten ccm $TiCl_3$ notiert werden konnten. Ein besonderer vorheriger Säurezusatz erwies sich zumeist nicht als notwendig. Zu den Verdünnungen resp. zum Vergleich wurde in der Regel

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 57 S. 365 (1908).
Arch. für Hygiene, Bd. 72 (1909).

physiol. NaCl-Lösung, gelegentlich auch Ringerlösung (0,9 % NaCl, 0,03 % $NaHCO_3$, 0,042 % KCl, 0,024 % $CaCl_2$) verwandt. Von einem besonderen Abschluss der Lösungen



gegen den Luftsauerstoff (Ueberschichten mit Paraff. liquid.) wurde in allen späteren Versuchen abgesehen, nachdem es sich gezeigt hatte, dass die hier beobachteten Resultate durch den (sehr langsam nur in Serum hineindiffundierenden)

Luftsauerstoff kaum wesentlich wieder verändert werden konnten. Gewisse Schwierigkeiten bei der Handhabung der Methode waren einmal in der Gefahr des Uebertitrierens, des weiteren auch in der sehr schnell zuweilen wiedereinsetzenden Reoxydation (Wiederblaufärbung des Methylenblaus) gegeben.

Was diese — bei geringer $TiCl_3$-Benötigung, also bei dem Vorhandensein stärkerer O_2-bindender Kräfte — stets bald wiedereinsetzende und durch Paraffinabschluss nicht etwa zu vermeidende Reoxydation betrifft, so hatte man immer den Eindruck, als ob sie „von innen heraus", nicht etwa durch den von aussen erst hineindiffundierenden Luftsauerstoff verursacht worden sei: dass es m. a. W. infolge des $TiCl_3$-Zusatzes immer zu einer Wiederrückgabe des an die sauerstoffzehrenden Bestandteile des Serums schon einmal gebundenen O_2 an das Methylenblau hierbei käme. Der O_2 schien also an die zur O_2-Aufnahme befähigten Bestandteile des Serums hier immer nur sehr locker gebunden zu sein. Namentlich bei einem mit O_2 schon vorher in der Wärme gesättigten Serums erfolgte jene Reoxydation so plötzlich und dabei auch in den tieferen Schichten des Serums so gleichmässig intensiv und schnell, dass ein allmählich erst von aussenher erfolgendes Hineindiffundieren von Luftsauerstoff resp. eine darauf sich stützende Erklärung ganz unwahrscheinlich erschien.

Wie schwer es bei einem blutkörperchenfreiem Serum übrigens gelingt, nur auf dem Wege reiner Diffusion, unterstützt nur durch sein specif. Absorptionsvermögen, also bei blossem Stehen an der Luft, eine Art Ausgleich mit dem Luftsauerstoff eintreten zu lassen, und wie allmählich nur ein sauerstoffarm schon gewordenes Serum sich mit Luftsauerstoff wieder zu sättigen vermag, zeigte der auffallend träge Verlauf der Indophenolblausynthese in einem zuvor entgasten resp. durch Zusatz von colloid. Palladium + Wasserstoff nach C. Paal ganz O_2-frei gemachtem Serum. Die ausserordentliche Langsamkeit, mit der der von dem Eindringen von Luftsauerstoff zeugende blaue Ring von der Serumoberfläche her hier in die Tiefe eindrang, war hier recht bezeichnend.

Tabelle I.

Prüfung von Serum-Ringerverdünnungen (nach Zusatz von je **1** ccm 0,1 % Methylenblaukochsalzlösung auf je **10** ccm Flüssigkeit).

Die Zahlen entsprechen den zur erstmaligen völligen Entfärbung der betr. Methylenblaumischung (= 11 ccm) benötigten ccm des 0,05 % Titantrichlorids. (Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf Kontrollversuche.)

I. Zimmertemperatur. Keine O_2-Zufuhr.

a (= unverd. Serum)	3,5 (3,4)	danach sofortige Reoxydation.
b (= 1/2 Serum)	2,4	
c (= 1/4 Serum)	2,5	
d (= 1/10 Serum)	1,7	
e (= 1/20 Serum)	1,7	
f (= Ringerlösung)	5,0 (5,5) (6,5)	Reoxydation erst nach 1/4—1/2 Std.

II. Bei 40°. Keine O_2-Zufuhr.

a (= Serum unverd.)	3,1 (4,5) (4,0)	danach sofortige Reoxydation.
b (= 1/2 Serum)	2,8	
c (= 1/4 Serum)	?	
d (= 1/10 Serum)	2,6	
e (= 1/20 Serum)	2,5	
f (= Ringer)	4,8 (5,0 (4,3)	Reoxydation erst nach einiger Zeit.

III. Zimmertemperatur + 20 minut. O_2-Durchleitung.

a (= Serum unverd.)	7,9 (9,8) (11,5)	danach sofortige Reoxydation
b (= 1/2 Serum)	7,1	
c (= 1/4 Serum)	5,5	
d (= 1/10 Serum)	3,4	
e (= 1/20 Serum)	3,4	
(= Ringer)	9,4 (6,8)	Reoxydation erst nach 5 Min.

IV. Bei 40° + 20 minut. O_2-Durchleitung.

a (= Serum unverd.)	**10,7** (!) **19,5** (!) **11,6** (!)	sofortige Reoxydation; starke Tendenz zu weiterer Reoxydation!
b (= 1/2 Serum)	7,7	danach sofortige Reoxydation
c (= 1/4 Serum)	7,0	
d (= 1/10 Serum)	6,5	
e (= 1/20 Serum)	4,6	
f (= Ringer)	4,7 (4,5)	Reoxydation erst nach 2—3 Min.

Sämtliche Gläschen, je 11 ccm Methylenblaumischung enthaltend, wurden erst, nachdem sie etwa 20 Minuten lang (**I** und **III** bei Zimmertemperatur, **II** und **IV** in einem auf 40° eingestellten Wasserthermostaten; **I** u. **II** ohne O_2 Zufuhr, **III** u. **IV** unter fortdauernder O_2-Zuleitung) gestanden hatten, titriert. Ein Parallelversuch mit demselben Serum, in dem 0,9 % Kochsalzlösung überall an Stelle des Ringers verwandt wurde, liess keine wesentlichen Abweichungen erkennen.

Von zahlreichen übereinstimmenden Versuchen, in denen sich der Einfluss der Verdünnung, Erwärmung und längeren O_2-Durchleitung in Abweichungen in der reducierenden Kraft eines Serums zu erkennen gab, seien hier nur die Ergebnisse eines Versuches als Beispiel angeführt. (Vgl. die umstehende Tabelle).

Die darin mitgeteilten Zahlen können dabei weniger als absolute Werte als vielmehr nur als Vergleichswerte ein gewisses Interesse beanspruchen.

Was zunächst den Einfluss der Serumverdünnung betrifft, so lassen die hier wie in allen übrigen Versuchen verzeichneten $TiCl_3$-Werte bei zunehmender Verdünnung durchweg eine Abnahme erkennen: Das Reduktionsvermögen eines jeden Serums nahm also bei zunehmender Verdünnung vorerst deutlich zu. Es schien hier ein bemerkenswerter Unterschied in der reducierenden Kraft kolloidal gelöster Stoffe und kristalloider Körper insofern zu bestehen, als nur die ersteren — in den hier beobachteten Konzentrationen wenigstens — eine solch anfängliche Zunahme des Reduktionsvermögens bei zunehmender Verdünnung erkennen liessen: in 10—0,5 % Traubenzuckerlösungen nahm das Reduktionsvermögen bei zunehmender Verdünnung stets deutlich ab! Auch in 10—0,5 % Eiereiweiss- oder Wittepeptonlösungen kam es bei stärkerer Verdünnung vorerst immer erst zu einer Zunahme der auf Methylenblau ausgeübten reducierenden Wirkung: ein Verhalten, das möglicherweise in einer der stärkeren Konzentration immer entsprechenden stärkeren Behinderung und gegenseitigen Hemmung der O_2-bindenden grösseren Moleküle kolloidaler Lösungen seine Erklärung fand.

Als wichtigstes Ergebnis aller derartigen Serumversuche lässt nun das hier mitgeteilte Beispiel den Einfluss der vor-

her stattgehabten O_2-Einleitung erkennen. Wie es zunächst ein Vergleich der in Rubrik I und II der Tabelle verzeichneten $TiCl_3$-Zahlen a—e einerseits und f andererseits deutlich werden lässt, waren die zur Entfärbung benötigten $TiCl_3$-Werte in Gegenwart von Serum und bei fehlender O_2-Einleitung stets kleiner ausgefallen, als in der serumfreien Ringerlösung (f): ein Beweis dafür, dass dem Serum als solchem wie auch seinen Verdünnungen ein reduzierender Einfluss in der Tat zukam. Wurde ein schon älteres Serum verwandt, so fielen diese Abstände zwischen a—e einerseits und f andererseits noch deutlicher aus, was dann immer auf eine gesteigerte reduzierende Kraft des älteren Serums zu schliessen erlaubte.

Vergleicht man dagegen die in Rubrik IV der Tabelle angeführten Zahlen mit allen übrigen, so zeigt es sich, dass nach 20 minut. reichlicher O_2-Einleitung in das auf 40° erwärmte Serum die zur völligen Entfärbung dieses Serums benötigten $TiCl_3$-Zahlen durchweg höher geworden sind. Man sieht m. a. W., dass unter dem Einflusse einer ausreichenden O_2-Sättigung eines Serums, speziell in der Wärme, dessen Reduktionskraft in der Tat nachzulassen pflegt. — Bemerkenswert erscheint aber diesmal — im Gegensatze zu früher — der nicht unbeträchtliche Mehrverbrauch an $TiCl_3$, dessen es zur erstmaligen Entfärbung des unverdünnten O_2-Serums (a), verglichen mit den zur Entfärbung des O_2-Ringers (f) benötigten Mengen, bedurfte. Er konnte nur darin seine Erklärung finden, dass in dem O_2-Serum, im Vergleich zu dem ebenfalls mit O_2 gesättigten Ringer, eine stärkere Sauerstoffspeicherung stattgefunden hatte, eine Art Ansammlung oder Verdichtung von O_2, wie diese dann weiterhin auch in der, trotz reichlicher Hinzugabe von $TiCl_3$ gerade bei a immer wieder und sehr plötzlich hervortretenden auffallend starken Tendenz zu sofortiger Reoxydation zum Ausdruck kam. Während demgemäss bei starkem

Umrühren des O_2-Ringers (f), nach Zugabe von verhältnismässig wenig $TiCl_3$, meist die Tendenz zu baldiger Entfärbung (Reduktion) von Anfang an überwog, trat dagegen bei gleich starkem Umrühren des O_2-Serums (a), trotz der schon viel reichlicher hier hinzugesetzten $TiCl_3$-Mengen, immer wieder die Neigung zu sofortiger starker Wiedergrünfärbung (Reoxydation) hervor. Gerade hierbei gelang es aber trotz mehrfach wiederholter $TiCl_3$-Zugaben so wenig, die sofort immer wiedereinsetzende Reoxydation, für kurze Zeit wenigstens, hintanzuhalten, dass der Moment erstmaliger völliger Entfärbung überhaupt nur sehr schwer festzuhalten war. Wenn es demnach, wie oben (S. 21) schon erwähnt, bei der Plötzlichkeit und Intensität des Wiedereinsetzens jener Reoxydation, die in allen Schichten des Serums gleichzeitig erfolgte, nicht gut angängig war, an ein nachträgliches Hineindiffundieren von Luftsauerstoff dabei zu denken, so liess sich mithin nur noch die Möglichkeit hier erwägen, dass jenem Serum in der Tat eine Art O_2-Speicherungsvermögen und — von dem Augenblicke an, wo die $TiCl_3$-Werte diejenigen des Ringers übertrafen — auch O_2-Uebertragungsvermögen eigen war. Ein prinzipieller Gegensatz zwischen O_2-Speicherungs- und O_2-Uebertragungsvermögen wäre demnach hier aber gar nicht festzustellen gewesen.

Die Versuche durften jedenfalls zu folgenden Schlüssen berechtigen:

Ein mit O_2 nicht zuvor künstlich gesättigtes Serum bietet deutliche ***reduzierende Eigenschaften*** *dar. Diese reduzierende Wirksamkeit jedes Serums lässt sich durch hinreichende O_2-Zufuhr in der Wärme so weit wiederausgleichen, dass sein auf Methylenblau ausgeübter teilweise entfärbender Einfluss nachweisbar abgeschwächt wird. Des weiteren lässt der Mehrbedarf an $TiCl_3$ und die besonders starke Reoxydationstendenz eines mit O_2 in der Wärme gesättigten Serums (immer im Vergleich zu*

*dem O_2-Ringer) darauf schliessen, dass jenes Serum im Anschluss an die O_2-Einleitung eine grössere Menge O_2 — sei es chemisch oder durch Absorption — **gebunden** haben muss. Feststeht jedenfalls, dass der, entweder auf diese Weise oder erst später in das Serum hineingelangte O_2 darin viel leichter zu **Reoxydation** zu führen, den reduzierenden Einfluss selbst grösserer $TiCl_3$-Mengen durch **O_2-Abgabe** viel leichter wieder zu entkräften vermag, als dies in einer mit O_2 ebenfalls gesättigten Ringerlösung gelingt.*

Ergänzend sei bemerkt, dass sich die gleichen Eigenschaften, — deutliches Reduktionsvermögen bei fehlender O_2-Einleitung, mehr oder weniger vollkommener Ausgleich desselben und gleichzeitige Begünstigung einer starken Reoxydation durch O_2-Einleitung in der Wärme, — auch bei einem jeden frischen biuretfreien Dialysat des Serums (1 Teil Serum: 1 Teil Ringer), — trotz Fehlens der Eiweisskörper darin, — nachweisen liessen.

II. Prüfung auf sauerstoffübertragende Eigenschaften.

Für die Prüfung etwaiger O_2-übertragender Funktionen eines Serums kamen fürs erste die bekannten Oxydasereagenzien in Frage, Substanzen, die zu einer O_2-Aufnahme befähigt, ihren Uebergang in den oxydierten Zustand durch eine Verfärbung anzuzeigen pflegen. Ihrer Mitwirkung hat man sich vielfach, den bekannten Anschauungen Bach und Chodat's dabei Rechnung tragend, bedient, um den aktivierenden Einfluss, den tierische Peroxydasen auf Wasserstoffsuperoxyd und andere Peroxyde auszuüben vermögen, an ihrer Verfärbung kenntlich zu machen. Ueber die Brauchbarkeit derartiger Oxydasereagenzien konnte man sich leicht mit Hilfe eines einfachen Verfahrens Gewissheit verschaffen, das an dieser Stelle kurz mitgeteilt sei.

Uebereinstimmende Versuche konnten zeigen, dass ein ganz ähnlicher aktivierender Einfluss auf H_2O_2, wie er den

Peroxydasen zugeschrieben wird, auch dem seither oft genannten Titantrichlorid immer zukommt. Wurde einer mit ein wenig 1 % H_2O_2 versehenen gewöhnlichen Guajakharz- oder Alointinktur nur eine geringe Menge von dem obenerwähnten 0,05 % $TiCl_3$ zugesetzt, so genügte dies in jedem Falle, um eine sofortige, überraschend plötzliche Verfärbung, eben ihre Oxydierung, eintreten zu lassen. Und auf gleiche einfache Weise gelang es bei allen daraufhin untersuchten Oxydasereagenzien, sofern sie nur in wasserlöslicher Form und nicht in alkalischer Lösung angewandt wurden, jenen Farbenumschlag augenblicklich eintreten zu lassen. Untersucht wurden ausser den genannten nach dieser Richtung hin noch: Benzidin in essigs. Lösung, 0,1 % essigs. Leukomalachitgrünlösung, 1 % Ortho-, Meta- und Parakresol, Resorcin, Hydrochinon, Guajakol, Pyrogallol, α-Naphtol und Adrenalin. Augenscheinlich lag hier also eine ähnliche katalysatorische Wirkung vor, wie sie bei Ferro-, Cu-, Mangan- und anderen Metallsalzen schon früher bereits beobachtet worden ist. Wurde Guajakharz oder Benzidin in Substanz, also nicht in wasserlöslicher Form zu einem solchen H_2O_2-$TiCl_3$-Gemisch hinzugesetzt, so gelang die Umfärbung nicht.

Hatte es bei allen diesen Proben des Wasserstoffsuperoxydes bedurft, um eine O_2-Uebertragung erst möglich zu machen, so schien eben jenem H_2O_2 eine physiologische Bedeutung dennoch kaum zuzukommen. Sind doch auch die bekannten intracellulären Oxydationsfermente, wie es schon die Bläuung von Guajaktinktur durch Leukocyten ohne Peroxydzusatz (Brandenburg, Erich Meyer[1]) oder die Indophenolblaureaktion W. H. Schultzes beweist, in ihrer Wirkungsweise durchaus nicht auf die Mitwirkung von H_2O_2 angewiesen.

Angesichts der obenerwähnten Fähigkeiten eines mit O_2 in der Wärme gesättigten Serums, den reduzierenden Einfluss

1) Münch. Med. Woch. 1903 S. 1489, 1904 S. 1578.

zugesetzten Titantrichlorids besonders leicht überkompensieren zu können, lag es also nahe, ein solches O_2-Serum nunmehr auch daraufhin zu prüfen, ob es auch auf die genannten Oxydasereagenzien — ohne besonderen Peroxydzusatz — besonders leicht sauerstoffübertragend wirken könne. Zum Vergleiche konnte wiederum eine mit O_2 in derselben Weise gesättigte Ringerlösung dienen.

Prüfte man nun das Verhalten eines fortdauernd unter O_2-Zufuhr stehenden erwärmten Serums oder seines Dialysates den obengenannten Oxydasereagentien gegenüber, so zeigte es sich, dass einem solchen Serum, verglichen mit der den gleichen Bedingungen dabei unterworfenen Ringerlösung, ganz und gar nicht das vermutete stärkere O_2-Uebertragungsvermögen jedesmal zukam. Vielmehr ging im Gegenteil die Indophenolblausythese wie auch die Umfärbung einer kleinen Menge hinzugesetzter Guajaktinktur in der betr. Ringerlösung viel besser in der Regel und schneller vor sich, als in jenem Serum oder in seinem Dialysat: die erwähnte Hemmung war also durchaus nicht aufgehoben worden. Nur durch eine unzureichende O_2-Versorgung des Serums war also jene Hemmung nicht zu erklären gewesen.

Bei einem Teil der genannten Reagentien gelang es dahingegen unzweifelhaft, eine stärkere und weit schnellere Verfärbung durch O_2-Serum resp. durch sein Dialysat als durch O_2-Ringer herbeizuführen. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse eines solch vergl. Versuches zwischen einem Serum-Ringerdialysat und unveränderter Ringerlösung dargestellt, wozu nur noch zu bemerken ist, dass das Verhalten des Serums selbst ganz demjenigen seines (biuretfreien) Dialysates entsprach.

Tabelle II.

Vergleich des O_2-Uebertragungsvermögens von **Serumdialysat** (ein Teil Serum : ein Teil Ringer) und **Ringerlösung**.

(Fortdauernde O_2-Einleitung bei 40°.)

	Dialysat + O_2	**Ringer + O_2**
10 ccm + wenig frische Guajakharztinktur (75% Alkohol)	Hemmung	Deutliche Grünfärbung (NB. in Wasser kommt diese nicht zustande).
desgl. + 1 ccm der Indophenolblaureagentien	Hemmung bzw. keine Förderung	frühere Blaufärbung
desgl. + Messerspitze Aloinpulver (Kahlbaum)	intensive Rotfärbung	gelbe Farbe.
desgl. + 5 ccm 4% Pyrogallol	intensive Braunfärbung	hellgelbe Farbe.
desgl. + 5 ccm 2% Hydrochinon	dunkle Braunfärbung	helbbräunlich.
desgl. + 5 ccm 4% Resorcin	dunkelgelbbraun	hellgelblich.
desgl. + 5 ccm 0,1% essigs. Leukomalachitgrünlösung	grünliche Trübung; nach 1 bis mehrer. Stunden immer deutlichere Grünfärbung	wasserklar.

Die Unterschiede werden schon nach 5 Minuten sehr deutlich.

Wie es in dieser Tabelle nochmals zum Ausdruck kommt, vermochte Serum resp. sein Dialysat die Guajakbläuung und Indophenolblausythese — trotz andauernder guter O_2-Versorgung — nur hemmend resp. nicht fördernd zu beeinflussen. Konnte aber bei allen übrigen in der Tabelle vermerkten Reagentien (Aloin, Pyrogallol, Hydrochinon, Resorcin, essigs. Leukomalachitgrün) nach dem übereinstimmenden Ergebnis vieler Versuche eine intensivere und viel schnellere Umfärbung nur auf Seiten des Dialysates bzw. Serums stets festgestellt werden, so konnte darin nur der Beweis

dafür erblickt werden, dass in der Tat ein besseres O_2-Uebertragungsvermögen des Serums auf diese Reagentien vorhanden war. — Dass auch nach Zusatz von ameisens. Na + Barythydrat nur in dem Dialysat, nicht aber in Ringer auf die O_2-Einleitung hin ein Niederschlag erfolgte, sei, so wenig dies vorläufig noch beweisend erscheint, doch nebenbei hier erwähnt. Ergänzende Versuche sind hier noch in Aussicht genommen.

Das, was die letzgenannten Oxydasereagentien von den obenerwähnten, denen gegenüber sich Serum immer nur hemmend verhielt, unterscheidet, ist offenbar ihre Wasserlöslichkeit. Und es scheint, dass in der Tat nur solche Oxydasereagentien oder Stoffe von den O_2-übertragenden Serumsubstanzen bei deren O_2-Sättigung mit bedacht werden können, die gleich ihnen gut wasserlöslich (resp. besser wasserlöslich als lipoidlöslich) sind. Auch Wasserstoffsuperoxyd, im Verein mit einem Aktivator (Peroxydase oder Titantrichlorid) wirksam gemacht, lässt alle Reagentien unberührt, die nicht in wasserlöslicher Form mit ihm vermischt worden sind. Wird zu dem oben (S. 27) erwähnten Titantrichlorid-H_2O_2-Gemisch anstelle der Guajaktinktur, statt Benzidin in essigs. Lösung oder statt essigs. Leukomalachitgrünlösung das betr. Reagenz in Substanz (gepulv. Guajakharz, Benzidin, Leukomalachitgrün) hinzugesetzt, so werden diese Stoffe, da sie nicht wasserlöslich sind, nicht angegriffen und bleiben von der oxydativen Umfärbung verschont.

Es scheint demnach, dass in der Tat in einem jeden Serum Substanzen vorhanden sind, die selbst gut wasserlöslich und mit O_2 bei blosser Durchleitung leicht zu sättigen, eine O_2-Uebertragung auch auf andere wasserlösliche Stoffe in gewissen Fällen vermitteln können. Was für Substanzen chemischer Natur dabei in Frage kommen, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben; aus ihrer leichten Dialysierbarkeit geht jedoch hervor, dass sie wasserlöslich und offenbar nicht eiweissartiger Natur sind. Dass ein

höherer Hydroxylionengehalt (Alkalescenz) des Serums resp. seines Dialysates oder dessen Gehalt an Traubenzucker diese der einfachen Ringerlösung gegenüber zur Geltung kommenden Besonderheiten mit verursacht habe, wäre denkbar, wenn auch als einzige Ursache nicht gerade wahrscheinlich. — Erwähnung bedarf jedenfalls die weitgehende Aehnlichkeit, die die fraglichen Substanzen mit den eingangs erwähnten „vasotonisierend“ oder „vasoconstriktorisch“ wirksamen Substanzen jedes Serums gemeinsam haben, mit Substanzen, die, gleich jenen leicht dialysierbar, auch die gleiche Abhängigkeit ihrer „Aktivität“ von einer wechselnden O_2-Versorgung dabei stets zeigen. Vieles würde dafür sprechen, dass „O_2-Uebertragung“ und „tonisierende Wirkung“ zwei gar nicht einmal so sehr verschiedene Wirkungen ein und derselben, auf die O_2-Mitwirkung stets angewiesenen Substanz nur sind.[1])

Dass die hier vorliegenden, mit ähnlichen Erfahrungen Schmiedeberg's und Jaquet's (Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 14 (1881) S. 288, Bd. 29 (1892) S. 386) beiläufig, wie es scheint, recht gut übereinstimmenden Beobachtungen über besondere oxydationsvermittelnde Eigenschaften des Blutserums nicht für die fermentativen, intracellulär nur sich abspielenden Verbrennungsprozesse von unmittelbarer Bedeutung sein können, liegt auf der Hand. Wohl aber würde für die Vorgänge der inneren Atmung, resp. jeden zwischen Zellen und Blutflüssigkeit sich abspielenden Gasaustausch eine derart O_2-übertragende Funktion des Blutserums resp. Plasmas nicht gleichgültig sein können. Insofern wäre auch ein messendes Verfahren, das die unter normalen und pathologischen Verhältnissen etwa eintretenden Schwankungen jener Serumfunktion zu bewerten und abzuschätzen gestatten würde, wohl wünschenswert.

1) Vergl. F. Loening, Beobachtungen über die vasotonisierenden Eigenschaften des Blutserums unter besonderer Berücksichtigung der Sauerstoffwirkung. Zeitschr. für Biol. 1913.

Schlusssätze.

1. Mit Hilfe der Titantrichloridmethode kann man sich von der jedem Serum eigenen Reduktionskraft und gewissen Schwankungen, die diese unter dem Einflusse der Verdünnung, O_2-Einleitung und Erwärmung erleidet, leicht überzeugen.
2. Ein auf 40^0 erwärmtes Serum lässt nach reichlicher O_2-Einleitung in dasselbe eine Minderung dieser Reduktionskraft erkennen. Der Mehrbedarf an $TiCl_3$, dessen es zur erstmaligen völligen Entfärbung des O_2-Serums, verglichen mit dem O_2-Ringer, bedarf, wie auch die besonders starke Reoxydationstendenz dieses O_2-Serums, scheinen nur durch eine Art O_2-Speicherung in dem Serum erklärt werden zu können.
3. Kleine Mengen von Titantrichlorid vermögen — ganz analog einer Peroxydase — H_2O_2 jederzeit derart leicht zu aktivieren, dass Oxydasereagentien, die in wasserlöslicher Form und nicht in alkalischer Lösung hinzugesetzt worden sind, dadurch sofort in den oxydierten Zustand übergeführt werden.
4. Der hemmende Einfluss, den Blutserum (oder sein Dialysat) auf die oxydative Umfärbung gewisser Oxydasereagentien auszuüben vermag, lässt sich durch eine unzureichende O_2-Versorgung dieses Serums allein nicht erklären.
5. Nur auf solche Oxydasereagentien scheint ein in der Wärme mit O_2 gesättigtes Serum resp. sein biuretfreies Dialysat eine O_2-übertragende (oxydationsvermittelnde) Wirkung ausüben zu können, die gleich den „O_2-übertragenden“ Serumsubstanzen gut wasserlöslich sind.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 3 Mai 1913

In der Sitzung vom 7. Mai trug Herr F. Richarz vor über die von seinen Schülern gefundene

Vergrösserung der Schallgeschwindigkeit in Gasen bei gleichzeitiger Ionisation derselben.

Bei den Versuchen, die Herr E. Rohlf i. J. 1908 im hiesigen Institut zur Bestimmung des Verhältnisses der spezifischen Wärmen $\varkappa = c_p/c_v$ für chemisch reinen Sauerstoff anstellte, fanden sich unter gewissen Bedingungen auffallend hohe Werte. (Inaug.-Diss. Marburg 1909). Irgend eine bekannte Fehlerquelle war nicht zu finden. Bei Herrn E. Rohlf kam zunächst in Betracht, dass er seine Messungen an frisch bereitetem elektrolytischem Sauerstoff anstellte. Einerlei, ob sich folgende Erklärung ganz oder modifiziert bewahrheiten wird, jedenfalls hat mir für die weiteren Versuche mit Erfolg die Vermutung als heuristisches Prinzip gedient, dass die Abweichung in Zusammenhang stehe mit Ionisation, wie ich in einer früheren Sitzung dargelegt habe (Sitz.-Ber. 4. August 1911, p. 111). Damals berichtete ich auch über die weiteren Versuche von Herrn H. Küster, der am Schluss seiner Inauguraldissertation 1911 bereits erfolgreiche Versuche mit Röntgenstrahlen erwähnte. Eingehend hat dann Herr W. Küpper deren Einfluss, sowie auch denjenigen anderer Ionisatoren untersucht, nämlich von ultravioletten

Becquerel-Strahlen und des elektrischen Wechselfeldes (Inaug.-Diss. 1912; Naturw. Rdsch. 27, 1912, p. 253). Herr Küpper findet durchweg einen Parallelismus zwischen Ionisation und Veränderung der $\varkappa$-Werte, aber eine volle Erklärung kann, wie ich bereits in meinem früheren Berichte erwähnte, nicht durch die Ionisation gegeben werden.

Bereits Herr K. H. Küster fand auch eine Beeinflussung seiner $\varkappa =$ Werte in demselben Sinne, die nur auf die Ionisation der Phosphorgase zurückführbar erschien. Diese Beobachtung hat nunmehr Herr R. Ludwig systematisch weiter verfolgt und in seiner soeben vollendeten Doktorarbeit nachgewiesen, dass jene von Herrn K. H. Küster vermutete Beeinflussung der über Phosphor gestrichenen Luft bezw. des Sauerstoffs in der Tat existiert. Durch die Entdeckungsgeschichte dieser merkwürdigen Erscheinung war motiviert, dass sie für die Herren E. Rohlf, K. H. Küster, W. Küpper zunächst als Vergrösserung der $\varkappa$-Werte galt. Indessen ist unmittelbar sicher durch die Beobachtungen festgestellt eine Vergrösserung der Schallgeschwindigkeit v. Gemessen wird im einzelnen Falle die Wellenlänge λ für eine gegebene dem erregenden Tone entsprechende Schwingungszahl ν. Wenn p der Druck, μ die Dichtigkeit des Gases ist, gilt allgemein:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{1}{\nu}\sqrt{\frac{dp}{d\mu}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1.)$$

Kann das betrachtete Gas mit hinreichender Annäherung als vollkommenes angesehen werden, so folgt:

$$\lambda = \frac{1}{\nu}\sqrt{\varkappa\frac{p}{\mu}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.)$$

Die mit Sicherheit nachgewiesene Vergrösserung von λ durch die verschiedenen Einflüsse kann nun in der Tat sehr wohl auf einer Vergrösserung des $\varkappa$-Wertes beruhen. Eine solche $\varkappa$-Erhöhung würde einer Annäherung von dessen für zweiatomige Gasmolekeln normalem Werte 1,4 an denjenigen 1,67

für einatomige entsprechen. Eine solche Annäherung tritt ein, wenn ein Teil der Molekeln dissociiert wird. Nun findet in der Tat bei den sämtlichen Einflüssen, für die wir die Erhöhung der Schallgeschwindigkeit gefunden haben, auch Ionisation der Gase statt. Wenn man aber aus den Messungen der Leitfähigkeit die Stärke der Ionisation berechnet, so findet man, dass diese nicht zur Erklärung der anzunehmenden $\varkappa$-Erhöhung genügen würde. Man kann zwei Annahmen machen, um diese Unstimmigkeit zu beseitigen.

Erstens kann man annehmen, dass die zweiatomigen Molekeln in demjenigen Zustande der Lockerung des Atomzusammenhalts, welcher der vollendeten Ionisation voraufgeht, auch schon einen erhöhten $\varkappa$-Wert ergeben. Diese Annahme habe ich bereits in meiner früheren Mitteilung in diesen Sitzungsberichten gemacht. In Anknüpfung an völlig andere Beobachtungen hat kürzlich auch Herr Max Volmar eine ähnliche Lockerung des Zusammenhalts innerhalb der Molekel angenommen (Leipziger Habilitationsschrift, Ann. Phys. 40, 1913, p. 775). Man kann meine Vorstellungen folgendermassen im Einzelnen durchführen. Ganz allgemein liefert die kinetische Gastheorie das Resultat

$$\varkappa = 1 + \frac{2}{3\,(1 + dLi/dLp)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

wo L_i die innere, intramolekulare, rotatorische und oscillatorische Bewegungsenergie der Atome, dagegen L_p die progressive Bewegungsenergie der Molekeln als Ganzes bedeutet. Die Differentiale bedeuten die zusammengehörigen Zuwachse bei Temperaturerhöhung. Wenn bei einem bestimmten Gase ein von der Temperatur unabhängiges Verhältnis von L_i und L_p infolge des Ausgleiches durch Zusammenstösse der Molekeln untereinander gewahrt bleibt, so ergibt sich aus der Theorie von Boltzmann für zweiatomige Gasmolekeln für $\varkappa$ der Wert 1,4; für einatomige 1,67, weil für diese L_i nach seiner Definition gleich Null ist. Bei einem

Gemisch von zweiatomigen und einatomigen Molekeln ergibt sich ein zwischen 1,4 und 1,67 liegender Wert, der nach einer von mir gegebenen Formel aus dem Mischungsverhältnis zu berechnen ist (diese Sitz.-Ber. 1904, p. 57; Ann. d. Phys. **19,** p. 639, 1906). Ausser den völlig ionisierten Molekeln können nun diejenigen, welche durch ionisierende Einflüsse dem Zerfall genähert sind, in der Weise den $\varkappa$-Wert erhöhen helfen, dass bei ihnen durch den betreffenden Einfluss schon vor Erregung der Schallwellen L_i einen übernormalen Wert hat. Letzteres entpricht den allgemein geltenden Vorstellungen, dass durch die Ionisatoren zunächst die intramolekulare Energie der einzelnen Atome gesteigert wird, bis diese Steigerung zur Sprengung des Molekularverbandes führt. Bei den Schallschwingungen führen nun die adiabatischen Druckänderungen primär nur Aenderungen von L_p herbei, durch dessen Wert allein genommen der Druck gegeben ist. Erst durch Ausgleich vermittelst der Zusammenstösse der Molekeln untereinander wird sekundär auch L_i verändert. Wenn nun L_i für diejenigen Molekeln, bei denen der Zusammenhalt der Atome gelockert ist, von vorneherein einen übernormalen Wert hat, so sind diese bei den Schallschwingungen unzugänglicher für die Uebertragung neuer Energie auf die Atome von der progressiven Energie L_p der Molekeln her.

In Gleichung (3) würde dann dL_i verkleinert sein und $\varkappa$ für solche Molekeln einen grösseren Wert annehmen. In dieser Weise liesse sich verstehen, dass nicht bloss die völlig ionisierten Molekeln, sondern auch diejenigen zu der von uns gefundenen Wirkung beitragen, welche der Ionisation genähert sind.

Zweitens gibt es aber auch noch eine andere Erklärungsmöglichkeit dafür, dass die aus der Leitfähigkeit berechnete Ionisation nicht für die anzunehmende $\varkappa$-Erhöhung genügt. In Anknüpfung an die Theorien der Autoxydation von Engler und von van 't Hoff hat Herr Richard Ludwig auf die auch sonst bereits früher gemachte Annahme zurück-

gegriffen, dass bei der Ionisation neben elektropositiven und -negativen auch neutrale Atome entstehen (siehe z. B. R. v. Helmholtz und F. Richarz, über die Einwirkung chemischer und elektrischer Prozesse auf den Dampfstrahl und über die Dissociation der Gase, insbesondere des Sauerstoffs; Wied. Ann. **40,** 1890, pag. 190, Zeile 13 v. o.). Diese neutralen Atome würden für die Leitfähigkeit ausser Betracht bleiben; sie würden aber vollauf beitragen zur Erhöhung des $\varkappa$-Wertes. Dissociation von zweiatomigen Gasmolekeln zu elektrisch neutralen Atomen ist in der Tat nachgewiesen bei Chlor und Jod.

Weiterhin könnte auch, wie Gleichung (2) zeigt, der beobachteten Vergrösserung der Wellenlänge λ eine Aenderung von p oder μ zu Grunde liegen. Bei unserer Versuchsanordnung war eine Vergrösserung des mittleren Druckes p im Versuchsgase so gut wie ausgeschlossen; er war immer sehr nahe gleich einer Atmosphäre. Dagegen könnte eine Verkleinerung der Dichtigkeit μ in der Tat eingetreten sein. Und zwar zunächst, wenn Ionisation oder allgemeiner gesagt Dissociation des Gases in den betreffenden Fällen vorlag; die mit ihr verbundene Verkleinerung der Dichtigkeit μ hätte dann mit der Vergrösserung von $\varkappa$ zusammen auf Verlängerung von λ hingewirkt. Als Fehlerquelle war ferner bei einigen der Versuche von Herrn W. Küpper eine Erwärmung des Gases eingetreten, die ebenfalls μ verminderte. Indessen zeigten Temperaturmessungen von Herrn W. Küpper, dass die Erwärmung keineswegs genügte, um die beobachtete Wellenlängenvergrösserung zu erklären.

Endlich muss noch ins Auge gefasst werden, ob der Uebergang von Gleichung (1) zu Gleichung (2) bei unseren Beobachtungen erlaubt war, d. h. ob das beeinflusste Gas noch als vollkommenes angesehen werden durfte. Wenn dies nicht mehr zutraf, wäre in (1) der Zusammenhang von p und μ nicht durch die idealen Gasgesetze anszudrücken, sondern durch die van der Waals'sche Zustandsgleichung.

Welchen Ausdruck alsdann $\varkappa$ erhält, hat Boltzmann berechnet (Vorlesungen über Gastheorie, II, p. 53, 1898). In dem Nenner des zweiten Gliedes von unserer Gleichung (3) tritt ein Faktor $(1 - \delta)$ hinzu, wo δ eine jedenfalls positive Grösse ist. Darf man also nach Eintritt der untersuchten Einwirkung das zuvor als vollkommenes anzusehende Gas nicht mehr als solches ansehen, so tritt auf jeden Fall eine Erhöhung des $\varkappa$-Wertes ein. Wie gross diese ist, hängt von den van der Waals'schen Konstanten a und b ab. Die soeben mit δ bezeichnete Grösse ist, wie die Boltzmann'sche Formel zeigt, direkt proportional a, also der Kohäsion zwischen den Gasmolekeln. In dem ionisierten Anteil derselben wird nun in der Tat eine sehr kräftige Kohäsion auftreten, infolge der elektrostatischen Anziehung der positiven und negativen Gasionen. Mithin kann auch dieser Umstand mitwirken zu der Vergrösserung der Schallgeschwindigkeit.

Herr Trautz hat erheblich später als wir einen dem von uns nachgewiesenen ähnlichen Effekt bei der Belichtung von Chlor gefunden. Einerseits aber erklärt Herr Trautz seinen Befund wesentlich nur durch Strahlung, während wir auch andere Fälle der Beeinflussung fanden, und zwar diese anderen sogar v o r denen durch Strahlung. Andererseits hebt Herr Trautz auch noch verschiedene Unterschiede seiner Beobachtungen gegenüber den unserigen hervor, sodass er der Ansicht ist, es handele sich bei seinen Effekten um etwas Anderes als bei den von uns bereits zwei Jahre zuvor gefundenen. Es bleibt daher zuerst aufzuklären, ob jene Unterschiede tatsächlich bestehen und wesentliche Punkte betreffen. Inzwischen setzen wir unsere Untersuchungen fort.

Weiter sprach Herr F. A. Schulze:

Ueber die spezifischen Wärmen von Flüssigkeiten und über eine die innere Ausdehnungsarbeit von Flüssigkeiten bei Erwärmung betreffende Gesetzmässigkeit.

1. Vergleich der aus der Schallgeschwindigkeit sich ergebenden Werte von $\frac{c_p}{c_v}$ mit den aus der Thermodynamik berechneten.

Wie bei Gasen lässt sich auch bei Flüssigkeiten die der direkten experimentellen Bestimmung nicht zugängige aber theoretisch ausserordentlich wichtige spezifische Wärme bei konstantem Volumen, c_v, auf dem Umweg über die Schallgeschwindigkeit V mit Benutzung der direkt gemessenen spezifischen Wärme bei konstantem Druck, c_p, ermitteln vermöge der Beziehung: 1) $V = \sqrt{\frac{1}{Kompressibilität \times Dichte}}$. In dieser Formel ist für die Kompressibilität nicht der Wert für die experimentell stets bestimmte Kompressibilität bei konstanter Temperatur, die isotherme Kompressibilität, k_{is}, sondern diejenige für adiabatischen Verlauf, die adiabatische Kom-

pressibilität k_{ad} zu setzen. Nach der Thermodynamik ist allgemein 2) $k_{ad} = \frac{k_{is}}{\frac{c_p}{c_v}}$, sodass 3) $V = \sqrt{\frac{c_p}{c_v} \frac{1}{k_{is} \cdot \varrho}}$, wo ϱ die Dichte ist.

Hieraus folgt 4) $\varkappa = \frac{c_p}{c_v} = V^2 k_{is} \varrho$.

Andererseits folgt aus dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik die allgemeine Formel[1]): 5) $c_p - c_v = -\frac{\vartheta}{J} \frac{\left(\frac{\partial v}{\partial \vartheta}\right)_p^2}{\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\vartheta}$, wo J das mechanische Wärmeäquivalent ist. Bei Einführung des Ausdehnungskoefficienten $\alpha = \frac{1}{v_0}\left(\frac{\partial v}{\partial \vartheta}\right)_p$ und der Kompressibilität, $k_{is} = -\frac{1}{v_0}\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\vartheta$ wird 6) $c_p - c_v = \frac{\vartheta \alpha^2}{J k_{is}} v_0$

(Wird der Ausdehnungskoeffiicient definirt durch $\alpha' = \frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial \vartheta}\right)_p$, die Kompressibilität durch $k'_{is} = -\frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\vartheta$, so ist $c_p - c_v = \frac{\vartheta \alpha'^2}{J k'_{is}} v$; entsprechend gelten die Formeln: $c_p - c_v = \frac{\vartheta \alpha}{J k'_{is}} \frac{v_0^2}{v}$ und $c_p - c_v = \frac{\vartheta \alpha'}{J k_{is}} \frac{v^2}{v_0}$, wo v das zur Temperatur ϑ gehörende spezifische Volumen ist. Bei Temperaturen in der Nähe von 0^0 kommt es auf diesen Unterschied wenig an, doch ist bei wesentlich höheren oder tieferen Temperaturen sehr sorgfältig darauf zu achten.)

Gleichung 6) ergibt:

$$\varkappa = \frac{c_p}{c_v} = \frac{c_p}{c_p - \frac{\vartheta \alpha^2}{J k_{is}} v_0}$$

1) Vergl. z. B. H. v. Helmholtz, Vorles. üb. theor. Physik, Band VI, herausgeg. von F. Richarz; pag. 227.

In den Tabellen ist meist k_{is} auf die Atmosphäre bezogen; es sei bezeichnet mit k ohne Index. Es ist $k = k_{is} \cdot 1013300$; ferner ist $J = 419 \cdot 10^5\, Erg$, mithin

$$7)\quad \varkappa = \frac{c_p}{c_v} = \frac{cp}{c_p - 0{,}0242\,\frac{\vartheta\, v_0\, \alpha^2}{k}}.$$

Es ist nun von Interesse die aus der Formel 4) mittels der Schallgeschwindigkeit zu berechnende Werte von $\varkappa$ zu vergleichen mit den aus 7) mit Hülfe der Kompressibilität, dem Ausdehnungskoefficienten, dem spezifischen Volumen und c_p berechneten Wert von $\varkappa$ zu vergleichen. Findet sich genügende Uebereinstimmung beider Werte, so ist dies eine Stütze für die Richtigkeit der beiden Formeln 3) und 5). Ferner wird dadurch aber weiter auch die Zuverlässigkeit der sehr erheblichen an den direkten Messungen der Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten anzubringenden Kortewegschen Korrektion [1]) gewährleistet, welche die elastische Nachgiebigkeit der Rohrwände in Rechnung zieht. Ein Vergleich der beiden so berechneten Werte von $\varkappa$ ist möglich, nachdem neuerdings von K. Dörsing [2]) und W. Schmidt [3]) die Schallgeschwindigkeit für eine grosse Zahl von Flüssigkeiten bestimmt ist. Leider liegen nicht für alle diese Flüssigkeiten Bestimmungen der Kompressibilität vor; immerhin ist die Rechnung doch für die Mehrzahl möglich. Bei der verhältnismässig grossen Zahl von Einzelbestimmungen, die in die beiden Ausdrücke für $\varkappa$ eingehen, ist natürlich eine sehr grosse Uebereinstimmung nicht zu erwarten; namentlich sind die Werte von k und c_p öfters nicht genügend sicher bestimmt, sodass eine Abweichung von 5 bis 10 % meist wohl auf mangelnde Genauigkeit der Versuchsdaten zurückzuführen ist. Der Rechnung sind die zur Zeit zuverlässigsten dem

1) D. Z. Korteweg, Wied. Ann. **5**. 525. 1878.
2) K. Dörsing, Inaug. Diss., Bonn 1907; Ann. d. Phys. **25**. 227. 1908.
3) W. Schmidt, Wiener Ber. (II a) **114**. 945. 1905.

Tabellenwerk von Landolt, Börnstein und Roth entnommenen Daten zu Grunde gelegt.

Tabelle 1.

Substanz	$\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$ nach Gl. 4)	$\varkappa$ nach Gl. 7)
Schwefelkohlenstoff	1,50	1,59
Terpentinöl	1,20	1,29
Aethyläther	1,37	1,37
Aethylalkohol	1,25	1,22
Benzol	1,37	1,45
Petroleum	1,23	1,27
Salpetersäure konc.	1,41	1,36
Schwefelsäure 70 %	1,23	1,19

Die Zahlen gelten für Zimmertemperatur.

Wie man sieht, ist die Uebereinstimmung befriedigend.

Für Chloroform ist der Vergleich nicht möglich, da in der Literatur zwei gänzlich verschiedene Werte von k vorliegen: $63{,}5.10^{-6}$ und 120.10^{-6}.

Beide Werte scheinen nicht richtig zu sein. Der erste ergibt für $\varkappa$ nach 4) bezw. 7) die Werte: $\varkappa = 2{,}0$ (!) bezw. 0,90 (!), der zweite 1,36 bezw. 1,71.

Man kann hier versuchen, durch Kombination von 3) und 5) den Wert der isothermen Kompressibilität zu berechnen. Es ist $\varkappa = V^2 k_{is} \varrho = \frac{c_p}{c_p - \frac{0{,}0242\, \vartheta v_0 \alpha_2}{k_{is}}}$, woraus

$$k_{is} = \frac{V^2 \varrho \cdot 0{,}0242\, \vartheta v_0 \alpha^2 + c_p}{V^2 c_p \varrho}.$$

Einsetzung der Werte gibt für Chloroform: $\varkappa = 101 \cdot 10^{-6}$, also einen zwischen den beiden obigen gelegenen Wert. Eine Neubestimmung von k_{is} ist wünschenswert.

Wasser. Von besonderem Interesse sind die Verhältnisse bei Wasser, insbesondere die Abhängigkeit von der Temperatur. Die in Lehrbüchern vielfach als ausgezeichnete Bestätigung der Theorie hervorgehobene Uebereinstimmung

der experimentell gefundenen Schallgeschwindigkeit in Wasser mit der nach der Formel $V = \sqrt{\frac{1}{k \cdot \varrho}}$ berechneten verlangt, um zwingend zu sein, noch den Nachweis, dass bei der Beobachtungstemperatur die bei der Rechnung hierbei benutzte isotherme Kompressibilität der adiabatischen praktisch gleich, also $\varkappa = 1$ ist.

Dies ist nun bei gewöhnlicher Temperatur, wie die Rechnung zeigt, bei Wasser in der Tat der Fall, weil für diese der Ausdehnungskoefficient ausserordentlich klein, also c_p fast gleich c_v ist. Dagegen erhält man für höhere Temperaturen beträchtliche Abweichungen der isothermen von der adiabatischen Kompressibilität. Die folgende Tabelle enthält für Wasser von 10 zu 10 Grad die experimentell bestimmten isothermen Kompressibilitäten k_{is}, die nach 7) berechneten Werte von $\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$, die aus k_{is} und $\varkappa$ berechneten Werte der adiabatischen Kompressibilität $k_{ad} = \frac{k_{is}}{\varkappa}$, sowie die aus 3) folgenden Werte der Schallgeschwindigkeit $V = \sqrt{\frac{1}{k_{ad}\varrho}}$, ferner die ohne Berücksichtigung von $\varkappa$ sich ergebenden Werte der Schallgeschwindigkeit $V' = \sqrt{\frac{1}{k_{is}\varrho}}$.

Tabelle 2.

t	$k_{is}\,10^6$	$\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$	$k_{ad}10^6$	V	V'
0°	52,1	1,000	52,1	1405 $\frac{m}{sec}$	1405
4°	49,6	1,000	49,6	1425	1425
10°	48,9	1,002	48,8	1454	1454
20°	46,3	1,006	45,8	1489	1489
30°	44,2	1,014	43,5	1531	1531
40°	42,7	1,027	41,4	1581	1540
50°	41,6	1,038	40,0	1595	1576
60°	40,8	1,062	38,5	1642	1605

t	$k_{is}\,10^6$	$\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$	$k_{ad}10^6$	V	V'
70°	40,9	1,080	37,9	1661	1593
80°	41,5	1,100	37,7	1661	1586
90°	42,1	1,110	37,9	1667	1582
100°	43,0	1,114	37,6	1678	1572

Der wirkliche Wert V der Schallgeschwindigkeit nimmt also ständig, wenn auch langsam, mit der Temperatur zu. Setzt man mit Nichtberücksichtigung des Unterschieds zwischen der isothermen und der adiabatischen Kompressibilität erstere in die Formel 1) für die Schallgeschwindigkeit ein, so kommt man im Gegensatz zu dem eben Gesagten zu der Folgerung, dass die Schallgeschwindigkeit im Wasser bei etwa 65° ein Maximum haben müsse entsprechend dem bei dieser Temperatur gelegenen Minimum der isothermen Kompressibilität.[1])

Die einzige vorliegende Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Wasser bei höheren Temperaturen, durch W. Schmidt (l. c.), ergab allerdings ein Maximum bei 70°, doch fällt die Abweichung gegen die Werte bei hohen Temperaturen schon in die Beobachtungsfehler, sodass dieses Maximum vielleicht nicht sicher ist. Auch sollten nach dem Prinzip der Methode die am Wasser gewonnenen Werte nur dazu dienen, aus ihnen die an allen Bestimmungen notwendige sehr erhebliche Korrektur für die aus den Experimenten folgende adiabatische Kompressibilität zu ermitteln.

Es sei auch noch darauf hingewiesen, dass die von Schmidt aus seinen Versuchen bei Wasser bei höheren Temperaturen ermittelten Korrekturen zu klein sind, da die isothermen Kompressibilitäten zu Grunde gelegt werden, die bei 90° schon 10% grösser sind als die adiabatischen. Benutzt man die in der vorigen Tabelle angegebenen Werte der adiabatischen Kompressibilität, so erhält man (für die von Schmidt benutzte spezielle Glasröhre) andere und zwar grössere

1) Vgl. z. B. Winkelmanns Handbuch d. Physik II, pag. 542.

Werte für die Korrekturen. Die Werte sind folgende (die zweite Zeile enthält die von Schmidt angegebenen):

Korrektur. 10^6	20^0	30^0	40^0	50^0	60^0	70^0	80^0	90^0	100^0
adiabatisch	27,9	29,1	30,1	30,9	31,9	32,8	33,9	35,4	37,6
isotherm (Schmidt)	27,6	28,5	28,8	29,2	29,6	29,8	30,1	31,2	

Hierdurch wird auch ein Teil der Diskrepanz der Korrekturwerte erklärt, die W. Schmidt bei Benzol bei höheren Temperaturen gegenüber den Korrekturen bei Wasser bei derselben Temperatur fand. Während sie für dieselben Temperaturen gleiche Werte haben sollten, fand sie Schmidt bei Benzol beträchtlich grösser bei höheren Temperaturen. Dabei sind die wahren Werte von k_{ad} aus der isothermen berechnet als $k_{ad} = \frac{k_{is}}{\varkappa}$, wo $\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$ nach 7) berechnet ist.

Die direkt gefundenen unkorrigierten Werte von k_{ad} seien mit $k_{ad}^{\times}$ bezeichnet, die berechneten mit k_{ad}. Die Werte von $\varkappa$ habe ich nochmals berechnet, die von Schmidt berechneten sind in Klammern daneben gesetzt.

Temp.	$k_{is} . 10^6$	$\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$	$k_{ad} . 10^6$	$k_{ad}^{\times} . 10^6$	Korrektur $= 10^6 (k_{ad} - k_{ad}^{\times})$
20^0	91,3	1,483 (1,43)	61,6 (63,8)	92,8	— 31,2 (29,2)
40^0	105,1	1,468 (1,40)	71,7 (75,1)	107,6	— 35,9 (32,5)
60^0	117,1	1,434 (1,41)	81,7 (83,1)	126,8	— 45,1 (43,7)
70^0	124,8	1,416 (1,44)	88,2 (86,9)	137,9	— 49,7 (62,1)

Von 20^0 bis 70^0 nimmt also die Korrektur um 60 % zu. Immerhin bleiben noch 43 % unerklärt (gegen 52 % bei W. Schmidt).

Eine gewisse, wenn auch nicht genaue Prüfungsmöglichkeit liegt ferner noch vor für eine Anzahl von wässrigen Lösungen, für die von W. Schmidt die Schallgeschwindigkeit (direkt die adiabatische Kompressibilität), von W. C. Röntgen

und Schneider[1]) die relativen scheinbaren isothermen Kompressibilitäten w bestimmt sind. Aus ihnen sind die absoluten Kompressibilitäten k_{is} als $k_{is} = 0{,}0000438\, w + 0{,}000029$ berechnet. Die Unsicherheit für k_{is} beträgt jedenfalls nur wenige Prozent. Es kann sich hierbei natürlich nur um eine annähernde Prüfung handeln. Es kommen hier als zur Rechnung verwendbar in Betracht mehrere Lösungen von *NaCl* bis 26%, 10% Na_2SO_4, 11,7% KNO_3, 8,8% HNO_3. Es müssen dabei meist Interpolationen vorgenommen werden. Bei der geringen Konzentration sind nun die Werte von $\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$ nahe demjenigen von reinem Wasser, also sehr nahe gleich 1. Für *NaCl* berechnet sich nach 7) bei Zunahme der Konzentration bis zu 26% eine Zunahme von $\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$ von 1,00 auf 1,05; entsprechend ergiebt sich aus der Schallgeschwindigkeit ebenfalls eine allerdings nicht ganz regelmässige Zunahme von $\varkappa$ um 3%. Eine eingehendere Prüfung ist für Schwefelsäure möglich. Die Rechnung ergiebt folgendes:

Schwefelsäure.

%	$\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$ nach 7)	$\varkappa$ aus der Schallgeschw.
7	1,02	1,05
16,4	1,05	1,10
20	1,07	1,10
21	1,08	1,11
28,6	1,08	1,15
31,1	1,08	1,16
44,7	1,09	1,19
50,6	1,10	1,22
63,6	1,19	1,23
72	1,19	1,23
91,7	1,31	1,25

In Anbetracht der Schwierigkeit der Einzelmessungen ist die Uebereinstimmung wohl befriedigend.

1) W. C. Röntgen und Schneider, Wied. Ann. 29 p. 165. 1886.

2. Die empirische Konstanz von $M(c_p - c_v)$ für nicht associierende Flüssigkeiten und ihre theoretische Begründung.

Wie aus den in Tabelle 1 mitgeteilten Zahlen ersichtlich, ist für manche Flüssigkeiten im Gegensatz zu der vielfach in Lehrbüchern ausgesprochenen Ansicht, der Wert von $\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$ erheblich grösser als 1, sodass also für diese die innere Energie nicht nur wesentlich durch die Temperatur bedingt ist, sondern auch vom Volumen abhängt. Es schien mir von Interesse, aus der Gleichung 6) für alle Flüssigkeiten, für welche die erforderlichen Daten vorliegen, den Wert von $c_p - c_v$ und nach 7) den Wert von $\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$ zu berechnen.

Es ergab sich dabei zunächst, dass für einige Flüssigkeiten der Wert von $\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$ ausserordentlich grosse Werte hat. Der grösste Wert ergab sich für Aethylbromid, $\varkappa = 1{,}87$; für diese Flüssigkeit ist also die bei Erhöhung der Temperatur um 1^0 zur inneren Ausdehnungsarbeit aufzuwendende Wärmemenge fast ebenso gross wie die zur Erhöhung der Temperatur notwendige. (Die äussere Ausdehnungsarbeit ist so gering, dass sie gar nicht in Betracht kommt.) Ferner ergab sich, dass ausser für die Alkohole, Wasser, Brom, Quecksilber und Natrium für sämtliche der Berechnung zugängigen Flüssigkeiten das Produkt aus dem Molekulargewicht und $c_p - c_v$, $M.(c_p - c_v)$ annähernd denselben um 10 cal liegenden Wert hat.

In den folgenden Tabellen sind die Molekulargewichte, die Werte der betr. Temperatur, $c_p - c_v$, $\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$, die Werte von $M(c_p - c_v)$, sowie die nach den folgenden Ueberlegungen

für die Erklärung dieser Gesetzmässigkeit in Betracht kommenden Werte der kritischen Temperatur und der in Celsiusgraden gemessene Wert der Temperatur für die reduzierte Temperatur $\frac{1}{2}$.

Substanz	M	t	$c_p - c_v$	$\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$	$M(c_p - c_v)$	T_k	t für $\vartheta = \frac{T}{T_k} = \frac{1}{2}$
Aethyläther	74	15°	0,144	1,37	10,6	467	— 40°
Aethylnitrat	91	0°	0,106		9,6		
Aethyljodid	156	10°	0,065	1,65	10,1	554	+ 4°
Aethylbromid	109	10°	0,100	1,87	10,9	499	— 23°
Aethylchlorid	64	0°	0,195	1,83	12,5	456	— 45°
Aethylazetat	72	20°	0,129	1,37	9,3	523	— 12°
Aethylenchlorid	98	10°	0,105	1,50	10,3	561	+ 7°
„		75°	0,100	1,45	9,8		
Aceton	58	20°	0,162	1,44	9,4	510	— 17°
Xylol	106	0°	0,105	1,35	9,8	619	+ 32°
„		100°	0,108		11,4		
Cymol	134	0°	0,084		11,2	652	+ 50°
„		100°			12,9		
Toluol	92	0°	0,113	1,45	10,4	594	+ 24°
„		66°	0,115	1,31	10,6		
„		100°	0,116	1,27	10,7		
Methylazetat	74	14°	0,136		10,1	507	— 19°
„		100°	0,146		10,8		
Methylbutyrat	102	10°	0,106		10,8	554	+ 4°
„		62°	0,124		12,4		
Benzol	78	6°	0,127	1,44	9,9	562	+ 9°
„		50°	0,140	1,45	10,9		
„		79°	0,143	1,43	11,1		
Fluorbenzol	92	14°	0,103		9,9	560	+ 7°
„		35°	0,101		9,7		
„		100°	0,112		10,8		
Chlorbenzol	112,5	13°	0,088		9,9	633	+ 43°
„		35°	0,088	1,37	9,9		
„		100°	0,087	1,47	9,8		
Pentan	72	0°	0,102	1,25	7,4	470	— 34°
Hexan	86	23°	0,132	1,33	10,7	508	— 19°
Heptan	100	23°	0,102	1,26	10,2	540	— 3°
Schwefelkohlenstoff	76	20°	0,090	1,59	6,9	546	0°
Tetrachlorkohlenstoff	154	16°	0,063	1,36	10,1	556	+ 5°
Essigsäure	60	0°	0,187	1,67	10,6	595	+ 24°
Salpetersäure	63	16°	0,160	1,36	10,1		
Chloroform	119	15°	0,074	1,36	8,8	533	— 7°

Substanz	M	t	$c_p - c_v$	$\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$	$M(c_p - c_v)$	T_k	t für $\vartheta = \frac{T}{T_k} = \frac{1}{2}$
Wasser	18	0°	0,0005	1,0005	0,0090	647	+ 50°
„		20°	0,006	1,006	0,108		
„		60°	0,058	1,038	1,04		
„		100°	0,123	1,114	2,21		
Allylalkohol	58	10°	0,115	1,24	6,67	545	0°
Butylalkohol	74	17°	0,067	1,15	4,96	544	— 1°
Amylalkohol	88	0°	0,082	1,20	7,23	621	+ 37°
„		60°	0,090	1,15	7,90		
„		100°	0,097	1,13	8,50		
Aethylalkohol	46	0°	0,099	1,22	4,53	516	— 16°
„		40°	0,110	1,21	5,06		
„		80°	0,131	1,20	6,03		
Propylalkohol	60	0°	0,056	1,12	3,37	537	— 9°
„		50°	0,124	1,21	7,4		
„		100°	0,179	1,21	10,7		
Isopropylalkohol	60	20°	0,084	1,24	8,2	516	— 15°
Methylalkohol	32	0°	0,103	1,21	3,29	513	— 17°
„		60°	0,126	1,21	5,18		
Glyzerin	92	20°	0,056	1,21	5,15		
Brom	80	0°	0,048	1,81	3,84	575	+ 14°
Quecksilber	200	20°	0,0041	1,14	0,82	1543	∼+ 500
Kalium	39	67,6°	0,020	1,11	0,79		
		90,0°	0,022	1,11	0,83		

Aus den in der fünften Kolumne angegebenen Werten von $M(c_p - c_v)$ sieht man, dass dieses Produkt, welches die innere molekulare Arbeit bei Erwärmung um 1° vorstellt, für die meisten Flüssigkeiten nahezu konstant ist; es schwankt um den Wert 10. Eklatante Ausnahmen bilden Wasser, die Alkohole, Brom, Quecksilber und Kalium.

Es ist nun möglich, eine theoretische Deutung sowohl der Konstanz von $M(c_p - c_v)$, als auch der Ausnahmen von dieser empirisch ermittelten Gesetzmässigkeit zu geben. Sie ist enthalten in dem Gesetz der übereinstimmenden Zustände.

Wir gehen aus von der Gleichung 6)

$$c_p - c_v = -\frac{\vartheta}{J}\frac{\left(\frac{\partial v}{\partial \vartheta}\right)_p^2}{\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\vartheta};$$

wofür auch geschrieben werden kann:

$$c_p - c_v = -\frac{T}{J}\frac{\left[\frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial \vartheta}\right)_p\right]^2}{\frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\vartheta}. v$$

Nach der Theorie der übereinstimmenden Zustände sind nun die relativen Volumänderungen $\frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial \vartheta}\right)_p$ umgekehrt proportional der kritischen Temperatur T_k, wenn man die Substanzen bei übereinstimmenden Zuständen vergleicht. Ferner sind bei übereinstimmenden Zuständen die Kompressibilitäten $-\left(\frac{1}{v}\frac{\partial v}{\partial p}\right)_\vartheta$ dem kritischen Druck umgekehrt proportional. Demnach wird, wenn $\frac{1}{v}\frac{\partial v}{\partial \vartheta} . T_k = A$ und $\frac{1}{v}\frac{\partial v p_k}{\partial p} = B$, $c_p - c_v = -\frac{T}{J}\frac{A^2}{B}\frac{v p_k}{T^2_k}$, oder bei Zusammenfassung von $\frac{A^2}{JB}$ zu einer neuen Konstanten C, $c_p - c_v = C\frac{T}{T_k}\frac{v}{v_k}\frac{p_k v_k}{T_k}$.

Nun ist ferner $\frac{p_k v_k}{T_k}$ für alle Substanzen konstant, wenn man unter v_k nicht, wie hier das Volumen von 1 gr, sondern von 1 Grammmolekül der Substanz versteht; es ist also $\frac{p_k v_k}{T_k} M = D$; setzt man noch $D.C = c$, so wird $M.(c_p - c_v) = c.\frac{T}{T_k}\frac{v}{v_k}$, und da wir übereinstimmende Zustände voraussetzen, ist auch $\frac{T}{T_k}\frac{v}{v_k}$ konstant, sodass man also sagen kann:

In übereinstimmenden Zuständen, bei übereinstimmenden Werten von Temperatur und Druck, hat die innere molekulare Arbeit bei Erwärmung um 1^0 für alle Flüssigkeiten denselben Wert.

Nun liegen, wie aus der sechsten Kolumne ersichtlich, für die meisten Flüssigkeiten die kritischen Temperaturen nicht sehr weit von einander, um 500°, sodass also auch übereinstimmende Temperaturen einander nahe liegen; die sechste Kolumne gibt z. B. die der reduzierten Temperatur $\vartheta = \frac{T}{T_k} = \frac{1}{2}$ entsprechenden Werte, die ausser bei Quecksilber (und Kalium) um 0° Celsius liegen.

Bei der geringen Aenderung der Eigenschaften einer Flüssigkeit mit dem Druck kann, wie bekannt, mit genügender Annäherung der Atmosphärendruck als übereinstimmender Druck angesehen werden.

Hiermit ist zunächst die empirisch gefundene Konstanz von $M(c_p - c_v)$ für die Mehrzahl der zur Berechnung herangezogenen Flüssigkeiten erklärt.

Die Ausnahmen erklären sich nun hiernach ebenfalls in einfacher Weise. Zunächst sind Wasser und die Alkohole, wie man aus der Ausnahmestellung dieser Flüssigkeiten in anderer Beziehung z. B. der Troutonschen Regel, der Temperaturabhängigkeit der molekularen Oberflächenenergie, der anomalen Dispersion elektrischer Wellen, schliesst, im flüssigen Zustand associiert. Es hat $\frac{p_k v_k}{T_k} M$ nicht den Normalwert, also kann auch obige Regel nicht mehr gelten. Man könnte vielleicht auch aus dem gefundenen Wert von $M(c_p - c_v)$ auf den Grad der Association schliessen, doch sind die Schlüsse hieraus wohl nicht recht sicher. Ferner ist Brom bereits im Dampfzustand zweiatomig, sodass es sicher wohl auch im flüssigen Zustand associiert ist.

Bei Quecksilber und Kalium endlich ist die kritische Temperatur so hoch, dass die Zimmertemperatur nicht mehr mit den übrigen übereinstimmende Temperatur ist. Der Wert 10 für $M(c_p - c_v)$ würde bei Quecksilber erst bei ca. 500° C zu erwarten sein. Die Beobachtungsdaten reichen

leider nicht aus, um diese Folgerung zu prüfen. Auch ist es hier bei dem hohen Wert der kritischen Temperatur ($p_k > 1000$ Atmosphären) fraglich, ob der Atmosphärendruck noch als übereinstimmender Druck gerechnet werden kann.

Es sei schliesslich darauf aufmerksam gemacht, dass für die normalen Substanzen $M(c_p - c_v)$ nur in geringem Mass mit der Temperatur zunimmt, während es für die Alkohole meist viel stärker mit der Temperatur steigt, entsprechend einer mit steigender Temperatur abnehmender Molekülassociation. Eine Ausnahme bildet nur die Essigsäure; für diese sollte man entsprechend der sonst vermuteten beträchtlichen Association einen anormalen Wert von $M(c_p - c_v)$ erwarten, während es hier den Normalwert hat; vielleicht ist die einzige vorliegende Bestimmung der Kompressibilität, die schon sehr weit zurückliegt, nicht richtig, sodass der Normalwert von $M \cdot (c_p - c_v)$ durch einen anderen zu ersetzen ist.

Hierauf spricht Herr Eduard Müller:

Zur Anatomie der Bronchialmuskulatur

(nach Untersuchungen des früheren Medizinalpraktikanten der Poliklinik, Herrn Huckert am hiesigen anatomischen Institut).

In der klinischen Medizin wird — ganz im Einklang mit den Darstellungen in den Lehrbüchern der Anatomie — fast allgemein die Auffassung vertreten, dass die intrapulmonären Bronchien über eine besondere Ring- und Längsmuskulatur verfügen. Tonische Spasmen der „Ringmuskulatur" spielen ja bei der Pathogenese des asthmatischen Anfalls eine grosse Rolle.

Um eine sichere anatomische Grundlage für seine gemeinschaftlichen Versuche mit A. Lohmann über Physiologie der Bronchialmuskulatur zu schaffen, hatte er den früheren Medizinalpraktikanten der Poliklinik, Herrn Huckert, gebeten, am hiesigen anatomischen Institut genauere Studien über den Bau der Bronchialmuskulatur anzustellen (anfänglich unter Kontrolle von Prof. Disse, später von Privatdozent Dr. Veit und Geheimrat Gasser). Es wurden Lungenschnitte studiert von einem 28 Wochen alten Fötus; es wurden ferner Bronchien in toto untersucht, als auch in Längs-, Quer- und Schrägschnitten von der Lunge eines Neugeborenen, eines dreijährigen Kindes und eines Erwachsenen. Die Präparate wurden mit Hämalaun oder Hämatoxylin vorbehandelt und mit Eosin nachgefärbt.

Diese Untersuchungen des Herrn Huckert ergaben nun, dass die Angaben der meisten früheren Untersucher, es handele sich an den intrapulmonären Bronchien um eine durch Anastomosen verbundene Ringmuskulatur, nicht aufrechterhalten werden kann. Die Bronchialmuskulatur

der in situ gehärteten Lungen bildet vielmehr ein ziemlich weitmaschiges Netzwerk, bei dem die ganz überwiegende Mehrzahl der Fasern in einer zur Längsachse des Bronchus schrägen Richtung verläuft. Weder auf reinen Quer- noch auf Schrägschnitten in irgend einem beliebigen Winkel zur Längsachse kann man geschlossene Ringe finden. Eine eigentliche Längsmuskulatur gibt es gleichfalls nicht. Die Grösse der Muskelmaschen und damit die Dichte der Muskulatur hängt in erster Linie davon ab, ob die untersuchte Lunge im uneröffneten Thorax gehärtet oder durch Sektion gewonnen wurde. Hierauf beruht wohl auch der Unterschied in den Angaben der älteren Autoren über die Dichte der Muskelschicht. In den durch Sektion gewonnenen kollabierten Lungen liegen die einzelnen Züge manchmal so nahe beieinander, dass sie eine Ringmuskulatur vortäuschen können. Auch bei dem untersuchten Embryo lagen die einzelnen Faserzüge enger aneinander als beim Neugeborenen, der schon geatmet hatte und dessen Lungen bei geschlossenem Thorax gehärtet waren.

Es fand sich ferner, dass die Muskulatur an den knorpellosen Bronchien wohl quantitativ vermindert, aber doch relativ viel stärker ist als an den durch Knorpel gestützten Aesten. Dieses relative Stärkerwerden tritt allmählich auf; schon vom Hilus an wird die Muskelschicht in dem Masse dichter als die Knorpelstreifen kleiner werden und weiter von einander stehen. Die beigegebenen Abbildungen 1, 2, zeigen dies. Beim knorpellosen Bronchus liegen die einzelnen Züge ziemlich dicht aneinander und nähern sich mehr dem zirkulären Verlauf, ohne dass jedoch auch hier jemals ein geschlossener Ring vorhanden wäre.

Was die Endausbreitung der Bronchialmuskulatur betrifft, so liessen sich die Muskelfasern bis in den Anfang der Alveolengänge hinein verfolgen. Ein sog. Sphinkter fand sich nirgends. In der weiteren Wandung der Alveolen-

gänge konnten zwar Muskelfasern nachgewiesen werden; sie lagen jedoch stets derart in der Nähe von Gefässen, dass sie wohl diesen zugerechnet werden müssen.

Die Muskulatur eines jeden Lappens bildet ein zusammenhängendes Ganzes. Den Anfang des Netzwerkes des Ober- und Mittellappens bilden die spärlichen Längsfasern an den extrapulmonären Bronchien, indem sie am Hilus zu schrägem Verlauf umbiegen und durch Anastomosen miteinander zu einem Netzwerk in Verbindung treten (Abbild. 3).

Ob die Muskulatur des Unterlappens auch mit diesen Längszügen in Verbindung steht oder mit den transversalen Zügen des extrapulmonären Bronchus liess sich nicht entscheiden.

An der Abgangs- und Teilungsstelle des Bronchus geht kurz vor der Teilung aus einem schräg verlaufenden Muskelbündel ein Zug hervor, der steil aufsteigend sich um den einen Bronchus herumschlingt und den Anfang eines neuen Netzwerks bildet, das aber durch Anastomosen mit dem ursprünglichen Netzwerk sowohl unter- als auch oberhalb der Teilungsstelle verbunden ist. Es ist bei der anatomischen Anordnung der intrapulmonären Bronchialmuskulatur selbstverständlich, dass ihre Kontraktionen nicht nur zur Verengerung, sondern gleichzeitig auch zur Verkürzung des Bronchialbaumes führen. Herr Huckert hat dies auch am ausgeschnittenen überlebenen Bronchus nachgewiesen.

Hierauf werden noch folgende Abbildungen demonstriert:

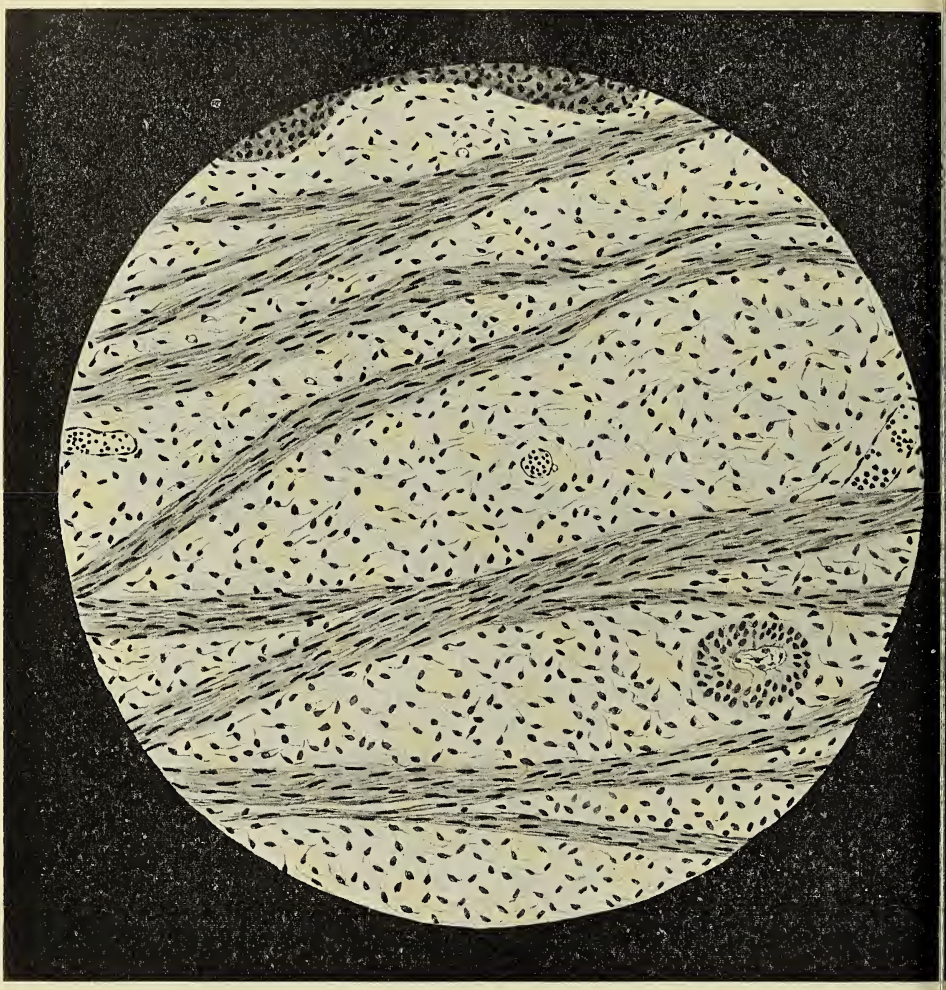


Abb. 1: Neugeborenes Kind. Muskulatur kurz hinter der Teilung des Bronchus extrapulmonalis.

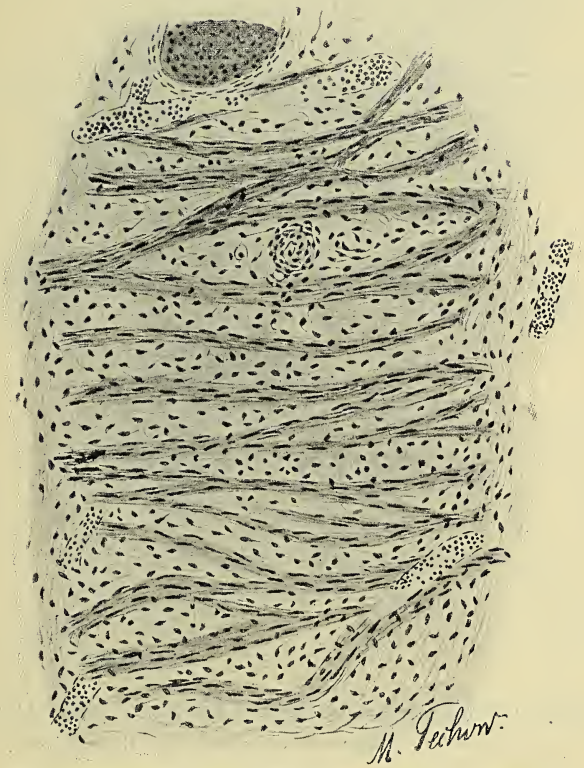


Abb. 2: Neugeborenes Kind. Muskulatur an einem Bronchus von 0,8 mm Durchmesser.

Abb. 3: Fötus von 28 Wochen. Anfang der Bronchialmuskulatur am Hilus; rekonstruiert aus 6 Schnitten.

In der Wahlsitzung wurden die bisherigen ausserordentlichen Mitglieder Herr Prof. Dr. Lohmann und Herr Prof. Dr. Eduard Müller, ferner Herr Prof. Dr. Schultze Jena zu ordentlichen Mitgliedern gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 4 Juni 1913

In der Sitzung am 11. Juni sprach Herr A. Thiel:

Ueber eine Grundfrage aus der Lehre von den heterogenen chemischen Gleichgewichten.

Neben dem Massenwirkungsgesetze und der Phasenregel darf und muss auch die Molekulartheorie zur Erklärung chemischer Gleichgewichtszustände herangezogen werden, namentlich seit in neuerer Zeit der Nachweis der reellen Existenz der Molekeln gelungen ist, und es erscheint zeitgemäss, in einzelnen Fällen vorhandene Widersprüche zwischen den Folgerungen aus den genannten drei Prinzipien endgültig zu beseitigen.

Das Massenwirkungsgesetz verlangt, dass für eine Reaktion von dem allgemeinen Schema

$$mA + nB \rightleftarrows pC + qD$$

im Gleichgewichte die Beziehung gilt:

$$\frac{[A]^m \cdot [B]^n}{[C]^p \cdot [D]^q} = K,$$

wenn wir mit den eingeklammerten Symbolen die Konzentrationen der Reaktionsteilnehmer bezeichnen. K ist dann die Gleichgewichtskonstante der Reaktion.

Nach der Phasenregel ergibt sich die Zahl der Freiheiten, d. h. der Möglichkeiten, die äusseren Bedingungen (Druck und Temperatur) sowie die Phasenzusammensetzung zu variieren, zu

$$F = B - P + 2,$$

wenn F die Anzahl der Freiheiten, B diejenige der Bestandteile und P die der Phasen bedeutet. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass die Phasenzusammensetzung höchstens in $(B-1)$facher Weise variiert werden kann. Denn wenn wir sie durch die Beteiligung der einzelnen Bestandteile in Molprozenten des Ganzen ausdrücken, können wir z. B. bei 2 Bestandteilen nur die Konzentration des einen davon frei wählen; die des andern ist damit gleichzeitig festgelegt. Bei einem einzigen Bestandteil ist natürlich überhaupt keine Verschiedenheit der Phasenzusammensetzung möglich. Um die Zusammensetzung bei 3 Bestandteilen zu definieren, müssen wir eine Verfügung über die Beteiligung zweier von ihnen treffen usw.

Die Molekulartheorie verlangt endlich, dass im Gleichgewichte, das ja nicht als Ruhezustand, sondern als dynamisches System aufgefasst werden muss, die Geschwindigkeit der beiden einander entgegenwirkenden Reaktionen gleich gross ist, d. h. in der Zeiteinheit gleich viele Molekeln irgend eines Reaktionsteilnehmers verbraucht werden und wieder entstehen.

Die zu lösenden Widersprüche betreffen nun folgende Fälle:

1. Widerspruch zwischen Massenwirkungsgesetz und Phasenlehre einerseits und Molekulartheorie anderseits.

Dieser schon lange bekannte Widerspruch liegt vor in Systemen aus zwei festen Phasen und einer gasförmigen Phase von der Art des Systems $CaCO_3 \rightleftarrows CaO + CO_2$.

Durch das Experiment ist festgestellt, dass bei der thermischen Zersetzung des Calciumcarbonats jeder Temperatur ein bestimmter Zersetzungsdruck d. h. eine bestimmte Konzentration des mit den beiden festen Stoffen CaO und $CaCO_3$ im Gleichgewicht befindlichen CO_2-Gases entspricht. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit dem Massenwirkungsgesetze. Denn feste Stoffe sind (in reinem Zustande) Phasen von konstanter Konzentration und „konstanter Wirksamkeit". Am zweckmässigsten deutet man dies so, dass reinen festen Stoffen bei gegebener Temperatur ein konstanter Dampfdruck zukommt, dass also die Gegenwart solcher festen Stoffe Konstanz der Konzentration ihres Dampfes (und sei diese auch noch so klein) im Gasraume gewährleistet.

Wir erhalten somit für eine gegebene Temperatur entsprechend dem Reaktionsschema

$$CaO + CO_2 \rightleftarrows CaCO_3$$

die Gleichung

$$\frac{[CaO] \cdot [CO_2]}{[CaCO_3]} = K$$

und, wenn wir für $[CaO]$ und $[Ca\,CO_3]$ die Konstanten k_1 k_2 einführen,

$$[CO_2] = K \cdot \frac{k_2}{k_1} = K'.$$

Das bedeutet aber bei Temperaturkonstanz konstante CO_2-Konzentration, und da diese für den Druck massgebend ist, konstanten Druck, unabhängig von der Menge des vorhandenen CaO und $CaCO_3$, entsprechend den Ergebnissen des Versuches. Bei anderen Temperaturen hat $[CO_2]$ andere Werte, weil K, k_1 und k_2 selbst Temperaturfunktionen sind.

Die Anwendung der Phasenlehre liefert folgendes Resultat:

Als Bestandteile wählen wir am zweckmässigsten CaO und CO_2; denn aus diesen beiden Stoffen können wir alle vorkommenden Phasen aufbauen, ohne einen Bestandteil

negativ rechnen zu müssen. Dann ist bei 3 Phasen (CaO fest, $CaCO_3$ fest, CO_2-Gas)

$$F = B - P + 2 = 2 - 3 + 2 = 1.$$

Dieses Ergebnis scheint mit der Erfahrung ebenfalls zu stimmen. Denn wählen wir die Temperatur frei, so ist damit alles Uebrige, z. B. auch der Druck, festgelegt; oder wählen wir den Druck, so gehört dazu eine ganz bestimmte Temperatur. Wir können also nur eine Grösse frei wählen, und alles Andere regelt sich dann zwangsmässig von selbst.

Wir dürfen aber nicht übersehen, dass auch die Phasenzusammensetzung als Freiheit zu gelten hat. Verfügen wir darüber durch die Festsetzung, dass die eine Phase reines CaO, die zweite reines $CaCO_3$, die dritte endlich reines CO_2 sein soll, so haben wir uns von vornherein einer Freiheit begeben und müssten dafür von dem Werte des F in der Phasengleichung 1 abziehen, erhielten mithin $F = 0$, was mit der Erfahrung nicht in Einklang stehen würde. Daraus folgt, dass die Annahme, die Zusammensetzung der Phasen sei von vornherein konstant, falsch sein muss. Nun nahmen wir ja schon oben vom Standpunkte des Massenwirkungsgesetzes aus an, dass die konstante Konzentration des CaO und des $CaCO_3$ als Konstanz der Konzentration ihres Dampfes (bei gegebener Temperatur) zu deuten sei. Wir sehen nunmehr, dass auch die Phasenlehre uns zu dieser Auffassung zwingt. Wollen wir die festen Phasen als reines CaO und $CaCO_3$ ansehen, so müssen wir wenigstens die gasförmige Phase als Gemisch gelten lassen. Damit gewinnen wir dann die Freiheit wieder, die wir durch die (unzulässige) Fixierung der Zusammensetzung aller drei Phasen als der reinen Stoffe CaO, $CaCO_3$ und CO_2 hätten aufgeben müssen. Es genügt, wenn die Zusammensetzung einer einzigen Phase variabel gehalten wird, damit die Freiheit hinsichtlich der Phasenzusammensetzung gewahrt bleibt. Nehmen wir aber als Teilnehmer am Gasgemisch auch CaO und $CaCO_3$ an, so ist die Zusammen-

setzung der Gasphase nicht konstant, sondern entsprechend der Temperaturvariabilität der Dampfdrucke der genannten festen Stoffe selbst eine Temperaturfunktion. Wählen wir nun eine bestimmte Temperatur, so ist damit auch Druck und Zusammensetzung der Gasphase fixiert, bei gegebenem Druck anderseits Temperatur und Phasenzusammensetzung festgelegt, und endlich gehört zu einer bestimmten Phasenzusammensetzung ein ganz bestimmtes Paar von Werten des Drucks und der Temperatur. Bei Einführung der Beteiligung des CaO und des $CaCO_3$ an dem Aufbau der Gasphase — aber auch nur dann, sofern wenigstens die festen Phasen als reine Stoffe CaO und $CaCO_3$ angenommen werden — besteht also Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse mit den Forderungen der Phasenlehre.

Es ist übrigens gleichgültig, ob die auf CaO und $CaCO_3$ entfallenden Anteile des Gasgemisches nachweisbare Beträge annehmen oder nicht. Es ist völlig ausreichend, wenn die Dampfbildung wenigstens im Prinzip zugelassen wird. Dass dies vom Standpunkte der Phasenlehre aus notwendig ist, ist im Vorstehenden dargelegt, auch führt zu einer solchen Annahme die konsequente Anwendung des Massenwirkungsgesetzes, wie wir sahen. Endlich verlangt die Molekulartheorie, dass jeder auch noch so schwerflüchtige Stoff wenigstens einige Molekeln besonders grosser Geschwindigkeit in einen ihn umgebenden Dampfraume entsendet, sofern die Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes liegt.

Die Molekulartheorie verlangt aber noch mehr.

Das Prinzip des dynamischen Gleichgewichts, das im Falle physikalischer Gleichgewichte (Verdampfung, Lösung usw.) gang und gäbe ist, kann man, wie zuerst L. Pfaundler[1]) gezeigt hat, auch auf chemische Gleichgewichtszustände anwenden. Ja man muss dies konsequenter Weise sogar tun,

1) Pogg. Ann. **131**, 55 (1867); Jubelband, 182 (1874).

wenn man überhaupt die chemische Mechanik auf die Grundlage der Molekulartheorie stellen will, was doch allgemein üblich und namentlich nach unseren neueren Erfahrungen auch das Gegebene ist.

Dann erhalten wir folgendes Bild:

Wenn Gleichgewicht herrscht, muss der Zahl der in der Zeiteinheit zerfallenden und der sich bildenden $CaCO_3$-Molekeln gleich sein. Nun hängt die Zahl der sich bildenden Carbonatmolekeln von der Zahl der Zusammenstösse zwischen CaO- und CO_2-Molekeln ab und ist dieser proportional. Bei gegebener Temperatur wird stets der gleiche Bruchteil solcher Zusammenstösse zur Verbindung führen. Die Zahl der zerfallenden $CaCO_3$-Molekeln ist einfach ihrer Gesamtzahl proportional.

Für unsere weiteren Ueberlegungen ist es von Bedeutung, wohin wir den Schauplatz der Gleichgewichtseinstellung verlegen. Es liegt nahe, daran zu denken, dass sich die Reaktion an sich im homogenen Gassystem $CaO_{Dampf} + CO_2 + CaCO_{3\,Dampf}$ abspielt, und dass die festen Phasen sich an der Gleichgewichtseinstellung nur insofern beteiligen, als sie die verbrauchten Bestandteile des Dampfes durch Verdampfung nachliefern bzw. die bei Ueberschreitung der Sättigungskonzentration sich ausscheidenden aufnehmen. So würden wir allerdings zu dem Ergebnis gelangen, dass die Zahl der sich bildenden $CaCO_3$-Molekeln (Z_B) dann gleich derjenigen der zerfallenden (Z_Z) ist, wenn

$$k_B \cdot [CaO] \cdot [CO_2] = k_Z \cdot [CaCO_3]$$

wird; denn es ist Z_B proportional der Zahl der Zusammenstösse zwischen CaO- und CO_2-Molekeln im Dampfraume, und diese wieder proportional der Menge von CaO und von CO_2 als Dampf im gegebenen Volum d. h. proportional der Konzentration von CaO und CO_2 im Dampfe. Mithin ist $Z_B = k_B \cdot [CaO] \cdot [CO_2]$. Ferner ist $Z_Z = k_Z \cdot [CaCO_3]$, wenn $[CaCO_3]$ die Konzentration des $CaCO_3$ im Dampfraume dar-

stellt und damit auch die Gesamtmenge des dampfförmigen $CaCO_3$ definiert. Aus der vorstehenden Gleichung ergibt sich

$$[CO_2] = \frac{k_Z \cdot [CaCO_3]}{k_B \cdot [CaO]}$$

oder, da der gesättigte Dampf konstante Konzentration an CaO und $CaCO_3$ aufweisen muss (bei gegebener Temperatur):

$$[CO_2] = \frac{k_Z \cdot k_2}{k_B \cdot k_1} = K'.$$

Demnach würde auch nach dieser Ueberlegung das Mengenverhältnis der festen Stoffe CaO und $CaCO_3$ ohne Einfluss auf das Gleichgewicht sein.

Die oben eingeführte Annahme, dass sich die chemische Reaktion $CaCO_3 \rightleftarrows CaO + CO_2$ an sich im Dampf abspiele, und die festen Phasen nur konzentrationserhaltend wirken, besitzt aber wenig Wahrscheinlichkeit. Es ist nämlich gerade bei Gasreaktionen vielfach die Tatsache zu beobachten, dass die Reaktion im homogenen Gasgemisch nicht oder doch mit sehr geringer, praktisch zu vernachlässigender Geschwindigkeit verläuft, während sie sich in Berührung mit gewissen Grenzflächen relativ rasch abspielt. Man kann in vielen Fällen die ganze Reaktion geradezu als „Wandreaktion" bezeichnen, da sie sich vorzugsweise oder ausschliesslich an der Gefässwand vollzieht. Ein sehr bekanntes Beispiel ist der Zerfall des Kohlenoxyds in Dioxyd und Kohlenstoff im Sinne der Gleichung

$$2CO \rightleftarrows CO_2 + C.$$

Hier ist, damit der Prozess von links nach rechts mit merklicher Geschwindigkeit verläuft, die Gegenwart von Kohlenstoff oder gewissen Metallen, wie Nickel oder Eisen, erforderlich, die Gefässwand (Glas, Porzellan oder dergl.) aber ohne Einfluss.

Es ist darum wahrscheinlicher, dass auch im Falle des Calciumcarbonats wenigstens die Bildung, vielleicht auch der

Zerfall des Carbonats im wesentlichen an der Grenze zwischen Fest und Gasförmig erfolgt. Dann ergibt sich aber für das Gleichgewicht die Beziehung, dass die Zahl der in der Zeiteinheit aus dem Festen entweichenden CO_2-Molekeln gleich der Anzahl der in derselben Zeit aus der Gasphase zum Festen zurückkehrenden und dort festgehaltenen ist. Die erstere Zahl (Z_Z) wird aber der Oberfläche des vorhandenen festen Carbonats proportional sein müssen (analog der Verdampfungsgeschwindigkeit fester oder flüssiger Stoffe), letztere (Z_B) von der Zahl der Zusammenstösse von CO_2-Molekeln mit CaO-Molekeln in der Oberfläche des festen CaO abhängen d. h. der Oberfläche des festen CaO und der Konzentration des CO_2 in der Gasphase proportional sein. Wir erhalten daher für das Gleichgewicht:

$$Z_Z = Z_B \text{ oder } k_Z \cdot Of_2 = k_B \cdot Of_1 \cdot [CO_2],$$

wenn Of_2 und Of_1 der Oberflächen von $CaCO_3$ und CaO bedeuten. Mithin wird

$$[CO_2] = \frac{k_Z \cdot Of_2}{k_B \cdot Of_1} = K \cdot \frac{Of_2}{Of_1},$$

d. h. es muss die Gleichgewichtskonzentration des Kohlendioxyds und damit der Zersetzungsdruck des Systems vom Oberflächenverhältnis der beiden festen Stoffe abhängen und kann nur dann, was doch beobachtet wurde, konstant sein, wenn im Gleichgewicht ein bestimmtes, (bei gegebener Temperatur) konstantes Oberflächenverhältnis herrscht.

Dem scheint aber aufs deutlichste das Ergebnis des Versuches zu widersprechen, wonach das Mengenverhältnis — und, wie man daraus zu schliessen pflegt, darum auch das Oberflächenverhältnis — für die Gleichgewichtseinstellung ohne Belang ist.

Eine einfache Erklärung dafür und eine Lösung dieses Widerspruches gegen die Folgerungen aus der kinetischen

Auffassung hat A. Horstmann[1]) gegeben. Seine Darlegungen gründen sich auf die Einführung gegenseitig gesättigter fester Lösungen der beiden festen Stoffe ineinander. Wenn CaO in $CaCO_3$ und umgekehrt beschränkt — wenn auch nur in verschwindend geringem Maße — löslich ist, so folgt für die gesättigten Lösungen thermodynamische Gleichwertigkeit und daher auch Gleichwertigkeit hinsichtlich der chemischen Wirksamkeit beider Bestandteile in beiden festen Lösungen. Dann wirkt allerdings das CO_2 auf das mit $CaCO_3$ gesättigte und das in $CaCO_3$ gelöste CaO mit gleicher Geschwindigkeit ein, und zerfällt desgleichen das mit CaO gesättigte und das in CaO gelöste $CaCO_3$ gleich rasch, sodass nunmehr das Mengen- und Oberflächenverhältnis beider festen Phasen gleichgiltig ist. Die Oberfläche beider ist ganz gleichwertig, und es macht darum garnichts aus, wie viel von jeder vorhanden ist.

Wie man sieht, läuft diese Erklärung darauf hinaus, dass anstelle der aus den reinen Stoffen CaO und $CaCO_3$ bestehenden festen Phasen Lösungen mit temperaturvariabler Zusammensetzung eingeführt werden, eine Annahme, zu der wir auch durch die Phasenlehre unter allen Umständen geführt würden, wenn wir auf die Beteiligung von CaO und $CaCO_3$ an der Bildung der Dampfphase verzichten wollten.

Bei der Darstellung dieser Verhältnisse in der neueren physikochemischen Literatur wird auf die Annahme der Bildung fester Lösungen im Sinne der Ausführungen von Horstmann in der Regel verzichtet und nur dem Standpunkte des Massenwirkungsgesetzes Rechnung getragen, das ja feste Phasen aus reinem CaO und $CaCO_3$ gestattet, wie oben dargelegt wurde. Dabei bleibt dann aber der Widerspruch gegen die Folgerungen aus der Molekulartheorie ungelöst, ein Zustand, der unbefriedigend erscheinen muss.

---

1) Z. f. physik. Chem. **6**, 1 (1890).

Es möge nun gezeigt werden, dass man auch auf der Grundlage einheitlicher fester Phasen den Widerspruch beseitigen kann und dabei ganz von selbst zu Folgerungen gelangt, die der Horstmann'schen Auffassung nahe stehen.

Der genannte Widerspruch lässt sich dahin präzisieren, dass das Oberflächenverhältnis, wie aus der beobachteten Unabhängigkeit des Gleichgewichtsdruckes vom Mengenverhältnis geschlossen wird, ohne Einfluss auf das Gleichgewicht ist, während die Molekulartheorie ein ganz bestimmtes Oberflächenverhältnis verlangt.

Beides lässt sich aber unschwer in Einklang bringen.

Der Fehler, aus dem jener — wie wir sehen werden, nur scheinbare — Widerspruch entspringt, ist der, dass aus den Mengenverhältnissen auf die Oberflächenverhältnisse geschlossen wird. Das ist aber offenbar unzulässig. Denn wenn wir auf diesen Zusammenhang verzichten, so verschwindet der Widerspruch sofort.

Wir nehmen also nunmehr an, dass sich tatsächlich bei dem genannten Gleichgewichte (bei gegebener Temperatur) stets das von der Molekulartheorie geforderte konstante Oberflächenverhältnis einstellt, dass sich also oberflächlich soviel CaO in $CaCO_3$ und umgekehrt $CaCO_3$ in CaO umwandelt, bis die Gesamtoberfläche der beiden festen Stoffe in dem verlangten konstanten Verhältnis steht. Wir würden dann schliessen müssen, dass, wenn wir in ein Gleichgewichtssystem frisches CaO einbringen, etwas CO_2 gebunden wird. Fehlt $CaCO_3$ als feste Phase, so muss dann der Druck ein wenig sinken; ist festes $CaCO_3$ zugegen, so kann aus der Tiefe her das zur Oberflächeneinstellung erforderliche CO_2 nachgeliefert werden. Ganz entsprechend, aber in umgekehrter Richtung, würden sich die Aenderungen beim Einbringen von reinem $CaCO_3$ vollziehen. Hier würde das überschüssig entstehende CO_2 durch Eindringen in die tieferen Schichten des vorhandenen CaO beseitigt werden können. Im ganzen würde das Ergebnis darauf hinauslaufen, dass

sich auf eingebrachtem CaO oberflächlich eine molekulare Schicht von $CaCO_3$ bis zur Erreichung jenes Oberflächenverhältnisses ausbreitet, und ebenso auf eingebrachtem $CaCO_3$ eine solche von CaO. Da nun die Verteilung des CaO und des $CaCO_3$ in der Gesamtoberfläche durchaus regellos sein oder doch nach und nach werden wird, man dann also kaum mehr von zusammenhängenden Flächenstücken, die aus CaO oder $CaCO_3$ bestehen, reden kann, dürfen wir die molekulare Oberflächenschicht als aus CaO und $CaCO_3$ in molekularer Durchdringung, d. h. einfach als feste Lösung, ansehen. Wir kommen mithin auch hier zur Einführung fester Lösungen, wie nach der Horstmann'schen Auffassung, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Annahme einer aus fester Lösung bestehenden Oberflächenschicht von molekularer Dicke genügt. Die Menge von CO_2, die zur Bildung einer solchen äusserst dünnen Schicht von Lösung nötig ist, und umgekehrt die Menge davon, die abgegeben werden muss, damit sich $CaCO_3$ oberflächlich mit einer solchen überzieht, ist nun verschwindend klein. Es ist darum auch nicht zu erwarten, dass ein merklicher Effekt herauskommt, selbst wenn man bei Abwesenheit der festen Phasen in CO_2-Gas von Gleichgewichtskonzentration einmal reines CaO, das andere Mal reines $CaCO_3$ einbringt, wobei im ersteren Falle eine Druckabnahme, im letzteren eine Druckzunahme erfolgen müsste. Jedoch ist es denkbar, dass sich bei geeigneter Versuchsanordnung (möglichst starker Oberflächenentwicklung der eingebrachten Stoffe) ein solcher Effekt experimentell nachweisen liesse. Auch nach Horstmann müsste natürlich ein derartiger Effekt erwartet werden.

In jedem Falle, ob wir nun nach Horstmann mit dem Begriff kompakter fester Lösungen operieren, oder, wie im Vorstehenden geschehen, eine automatische, für die Mengenverhältnisse gänzlich bedeutungslose Einstellung auf ein konstantes Oberflächenverhältnis in der molekularen Grenzschicht gegen die Gasphase annehmen, gelangen wir zu einer

Beseitigung des Widerspruches gegen die Forderungen der Molekulartheorie, sodass wir nunmehr vollständige Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse mit den Konsequenzen aller drei Grundprinzipien haben.

Der obengenannte Widersprüche hat sich mithin als nur scheinbar erwiesen.

2. Widersprüche gewisser Gleichgewichtsphänomene gegen die Phasenlehre.

Die Einführung fester Lösungen kann auch in anderen Fällen benutzt werden, um (scheinbare) Ausnahmen von der Phasenregel aufzuklären. Das gilt insbesondere auch für Systeme mit optisch aktiven Komponenten (Stereoisomeren). Ueber diese Dinge ist eine umfangreiche Diskussion geführt worden[1]). Wir betrachten die Sachlage an der Hand des folgenden Beispiels.

Das Natriumammoniumracemat (Scacchi's Salz) wandelt sich bei 27° unter der gesättigten wässerigen Lösung in ein äquimolares Gemisch von *d*- und *l*-Tartrat um. Oberhalb 27° ist das Racemat beständig, unterhalb das Gemisch der optisch aktiven Komponenten. Im Umwandlungspunkte stehen die Komponenten mit dem Racemat und der für alle drei gesättigten Lösung unter deren Dampfdruck im Gleichgewicht. Erhöhung des Druckes lässt den Dampf verschwinden, Erniedrigung die Flüssigkeit. Erwärmung führt zum Verschwinden des Tartrats, Abkühlung zum Verschwinden des Racemats. Ueber 27° ist nämlich letzteres schwerer, unter 27° leichter löslich als das Komponentengemisch. Wir haben also im Umwandlungspunkte 5 Phasen, nämlich 3 feste (Racemat, *d*-Tartrat und *l*-Tartrat), eine flüssige (die gesättigte Lösung) und eine gasförmige (den Wasserdampf). Als Be-

1) R. Wegscheider, Z. physik. Chem. **43**, 89; 93; 376 (1903); **45**, 496; 697 (1903); **49**, 229 (1904). W. Nernst, Z. physik. Chem. **43**, 103 (1903); **49**, 232 (1904). J. J. van Laar, Z. physik. Chem. **43**, 741 (1903); **47**, 228 (1904). A. Byk, Z. physik. Chem. **45**, 465 (1903); **47**, 223 (1904); **49**, 233 (1904).

standteile des Systems können wir nur die beiden Tartrate und Wasser, zusammen als drei, wählen. Denn diese Stoffe brauchen wir, um alle vorhandenen Phasen aufbauen zu können.

Die Phasengleichung ergiebt dann für die Zahl der Freiheiten im Umwandlungspunkte

$$F = 3 - 5 + 2 = 0,$$

entsprechend der Beobachtung.

Es scheint also, dass die Forderungen der Phasenlehre erfüllt sind. In Wirklichkeit ist aber über eine der natürlichen Freiheiten bereits verfügt. Die beiden Tartrate zeigen nämlich identische Löslichkeit, und wenn wir von Anfang an, wie das hier angenommen ist, äquimolare Mengen der Komponenten gewählt haben, verschwinden daher bei Ueberschreitung der Umwandlungstemperatur beide zugleich aus dem Bodenkörper, um dem Racemat allein ihre Stelle zu überlassen. Wenn dagegen eine der Komponenten im Ueberschuss zugegen war, so bleibt der Ueberschuss oberhalb 27° zunächst ebenfalls noch als Bodenkörper, und es resultiert eine gesättigte Lösung, in der die Komponentenkonzentrationen nicht bei allen Temperaturen im Verhältnis 1 : 1 stehen, wie bei Aequivalenz der Tartrate. Diese Freiheit der Zusammensetzung der Lösung hinsichtlich beider Antipoden haben wir durch die Bedingung der Aequivalenz der letzteren aufgegeben. Wir können die Lösung durch Temperatur- oder Druckeinfluss nur in Bezug auf das Verhältnis H_2O: (*d*- + *l*-Tartrat) variieren, nicht aber in Bezug auf das Verhältnis *d*-Tartrat : *l*-Tartrat. Mithin haben wir von der natürlichen Zahl der Freiheiten 1 abzuziehen und kommen so auf den Freiheitsgrad — 1, was keinen Sinn giebt. Aus diesem Dilemma kommt man auch dadurch nicht heraus, dass man etwa die beiden festen Tartratphasen als eine einzige rechnet. Dadurch vermindert man zwar die Zahl der Phasen um 1, um ebensoviel aber auch die der Bestandteile, da man nun *d*- + *l*-Tartrat nur als ein Bestandteil rechnen kann. Ausserdem wäre es falsch, *d*- und *l*-Tartrat als thermodynamisch

gleichwertig zu rechnen; denn die beiden Antipoden verhalten sich durchaus wie physikochemisch verschiedene Substanzen, indem z. B. die gesättigte Lösung der einen für die andere ungesättigt ist. Die Besonderheiten des Falles beruhen einfach darauf, dass unsere Stereoisomeren identische Löslichkeitsverhältnisse zeigen, und träfen genau so zu in jedem Falle beliebiger, eine Verbindung im Verhältnis 1 : 1 bildender, sich chemisch sonst ganz fern stehender Stoffe, falls diese nur die gleiche Löslichkeit und gleiche Abhängigkeit der Löslichkeit von der Temperatur hätten. Das ist aber ein Fall, der immerhin im Bereiche der Möglichkeit liegt. Im übrigen herrschen hier grundsätzlich dieselben Beziehungen, die bei Doppelsalzgleichgewichten anzunehmen sind. Man tut also gut daran, sich auch in diesem Sonderfalle mit der Dreizahl der Bestandteile abzufinden und die Lösung des scheinbaren Widerspruchs auf andere Weise zu versuchen. Das ist in der Tat möglich. Es kommt ja nur darauf an, für irgend eine Phase die Temperatur- (und Druck-) Veränderlichkeit des Verhältnisses *d*-Tartrat : *l*-Tartrat einzuführen, auch wenn die Bestandteile in äquimolaren Mengen vorhanden sind; denn dann fällt die Freiheitsbeschränkung infolge der Aequivalenz, an der wir uns doch schliesslich allein stossen mussten, weg.

Zu diesem Zwecke nehmen wir an, dass festes Racemat und festes *d*- und *l*-Tartrat gegenseitig in gewissem, wenn auch niederem Grade löslich sind. Es wäre also festes Racemat eine feste Lösung von wenig *d*- und *l*-Tartrat in viel Racemat (ein festes Spaltungsgleichgewichtssystem). In dieser Phase ist aber unter allen Umständen das Verhältnis *d*-Tartrat : *l*-Tartrat gleich eins. Denn wir müssen Identität der Löslichkeitsverhältnisse der beiden Antipoden in jedem beliebigen (optisch inaktiven) Lösungsmittel, also auch im festen Racemat, annehmen. Dagegen wird in jedem der festen Tartrate das andere Tartrat und das Racemat verschieden löslich sein, ausser bei Umwandlungstemperatur, bei der Gleichheit herrscht. Mit-

hin wird sich bei Temperaturerniedrigung vom Umwandlungspunkte aus (Erhöhung kommt wegen der Instabilität des Tartratgemisches oberhalb 27° nicht in Frage) das Verhältnis *d*-Tartrat : *l*-Tartrat in jeder der beiden Tartratphasen verschieben müssen entsprechend der Divergenz der Löslichkeitskurven für Tartrat und Racemat in diesem Temperaturgebiete. Es ist also auch bei Aequivalenz der Antipoden die Zusammensetzung hinsichtlich der beiden Tartratkomponenten in jeder der festen Tartratphasen als Temperatur- (und Druck-) variabel anzunehmen, und damit ist die oben eingeführte Freiheitsbeschränkung beseitigt, sodass 0 die natürliche Zahl der Freiheiten nach der Phasenregel ist, in Uebereinstimmung mit der tatsächlichen Beobachtung.

Einen weiteren Fall eines scheinbaren Widerspruches, der allerdings einfacher liegt, in dem auch die Annahme fester Lösungen nicht in Frage kommt, ist der des Natriumchlorats[1]). Dieses Salz bildet sowohl rhombische als auch rhomboedrisch-tetartoedrische Krystalle, von denen die letzteren in zwei enantiomorphen, die Polarisationsebene des Lichtes entgegengesetzt drehenden Formen auftreten. Es entsteht die Frage, wie man die drei verschiedenen Erscheinungsformen des festen Natriumchlorats bewerten soll, wie insbesondere vom Standpunkte der Phasenlehre aus die Verhältnisse beim (bisher allerdings nicht realisierten) Umwandlungspunkte für den Uebergang rhombisch $\rightleftarrows$ *d*- + *l*-rhomboedrisch zu beurteilen sind.

Wir würden im Umwandlungspunkte äusserlich 3 feste Phasen, Lösung und Dampf, im ganzen also 5 Phasen bei nur 2 Bestandteilen, Natriumchlorat und Wasser, haben. Demnach wäre

$$F = 2 - 5 + 2 = -1,$$

was wieder keinen Sinn gäbe.

---

1) J. H. van't Hoff, Ber. **35**, 4263 (1902).

Hier nun können und müssen wir sogar zwei von den genannten drei festen Phasen als thermodynamisch identisch rechnen, nämlich die beiden rhomboedrisch-enantiomorphen Formen. Sie zeigen nicht nur identische Löslichkeitsverhältnisse sondern können sich auch bezüglich der Sättigung der Lösung vollkommen vertreten und unterscheiden sich überhaupt nur geometrisch (und infolgedessen optisch). Ihre Verschiedenheit ist also lediglich in der räumlichen Anordnung der kleinsten Krystallbausteine begründet. Man kann sich das, freilich etwas grob-bildlich, etwa so vorstellen, als ob die kleinsten Bausteine das eine Mal linksherum, das andere Mal rechtsherum zu einer Spirale aneinandergereiht wären. Wir können darum die beiden optisch aktiven Formen zusammen nur als eine Phase zählen, als eine zweite dann die rhombischen Krystalle, sodass im (hypothetischen) Umwandlungspunkte nur 4 Phasen vorhanden wären, mithin die Phasengleichung

$$F = 2 - 4 + 2 = 0$$

durch die tatsächlichen Verhältnisse erfüllt wird.

Somit kann auch in diesem Falle von einem Widerspruche gegen die Phasenlehre nicht mehr die Rede sein.

Es zeigt sich also, dass sich in den bisher noch widerspruchsvoll erscheinenden Fällen Massenwirkungsgesetz, Phasenlehre und Molekulartheorie mit gleicher Berechtigung und gleichem Ergebnis zur Darstellung und Deutung der Gleichgewichtsverhältnisse verwenden lassen. Wo Widersprüche vorzuliegen scheinen, handelt es sich in Wirklichkeit nur um Folgen der Einführung unrichtiger Annahmen. Es dürfte sich empfehlen, mit der Annahme chemisch einheitlicher d. h. aus einem reinen Stoffe bestehender Phasen vorsichtig zu sein und allgemein von dem Prinzip Gebrauch zu machen, dass absolute Unlöslichkeit ebensowenig existiert, wie absolute Nichtflüchtigkeit, ausser natürlich im absoluten Nullpunkte.

Weiter sprach Herr A. Thiel:

Ueber einige z. T. noch wenig bekannte Indikatoren-Reaktionen

(mit Experimenten).

Der Vortragende erörtert einige Indikatoreigenschaften von Substanzen aus der Phtaleingruppe, insbesondere das Verhalten gegenüber grösseren Alkaliüberschüssen. Es scheint eine Beziehung zu bestehen zwischen der farbschwächenden Wirkung von Alkaliüberschuss und von Alkohol. Für den Zusammenhang zwischen dieser Alkaliempfindlichkeit und der Konstitution von Phtaleinen (insbesondere Phenolphtaleinderivaten) werden theoretische Verstellungen entwickelt. Die Lage des Indikatorenumschlags wird hier wie in sonstigen Fällen von Wichtigkeit unter Verwendung von Säure-Normalstufen demonstriert, auch die praktische Verwendung der koloriskopischen Säurestufenmethode zur Messung der Acidität, z. B. von Harn unter Kompensation der Eigenfarbe, vorgeführt.

In den Wahlsitzungen wurde zunächst Herr Prof. Dr. Jaensch zum ausserordentlichen Mitglied gewählt.

Weiter ergab sich aus den in der Mai- und Junisitzung vollzogenen Vorstandswahlen folgende Zusammensetzung des Vorstandes: Vorsitzender Prof. Dr. E. Neumann, engerer Ausschuss: Stellvertretender Vorsitzender Geh. Rat Korschelt, weiter Geh. Rat Schenck und Geh. Rat Schmidt.

Aufgelegte Schriften:

Bulletin ot the Chicago Academy of Sciences, Vol. III Nr. 4, 5. Chicago 1911.

The Lymnaeidae of North and Middle America Regent and Fossil, Nr. 3. Chicago 1911.

Smithsonian Miscellaneeus Collections, Volume 56, Nr. 23, 24, 25. 26, 27, 28. Washington 1911.

Twenty-Seventh Annual Report of the Bureau of American Ethnology 1905—1906. Washington 1911.

Neununddreißigster Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst 1910/11. Münster 1911.

Leopoldina 1912, 1.

Abhandlungen der Münchener Akademie Math.-phys. Abt. XXV, 7.

Summary Report of the Geologica Survey Branch of the Department of Mines. Ottawa 1910.

Geology of an Area Adjoining the East Side of Lake Timiskaming Quebec. Ottawa 1910.

Geological Reconnaissance along the Line of the National Transcontinental Railway in Western Ouebec. Ottawa 1910 (Memoir 4).

An Instrumental survey of shore Lines of the Extingt Lakes Algonqin and Nipissing in Southwestern Ontario. Memoir Nr. 10. Ottawa 1910.

Triangulation and Spirit Loveling of Vancouver Island. B. C. 1909. Memoir Nr. 11—T. Ottawa 1910.

Publications of the University of California. Berkeley 1910 (Third Series. Vol. III, Nr. 8).

Atti della Reale Accademia dei Lincei 1911, Serie Quinta.

Rendiconti Classe die scienze fisiche, matematiche e naturali. Volume XX. Roma 1911.

Atti della Società Toscana di Scienze Naturali Processi Verbali. Volume XX, Nr. 3. Toscana 1911.

Jahresbericht des Aerztlichen Vereins zu Frankfurt a. M. 1909. München 1911.

Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft für das Vereinsjahr 1910. St. Gallen 1911.

Verhandlungen des Naturhistorisch-Medizinischen Vereins zu Heidelberg. XI. Band, 2. Heft. Heidelberg 1911.

Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society. A Study of some Epithelioid Membranes in Monaxonid Sponges. Vol. XXVII, Nr. 1, 2. Chapel Hill.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 5 Juli 1913

In der Sitzung vom 9. Juli 1913 sprachen Herr A. Lohmann und Herr Eduard Müller:

Ueber Durchblutung der Lunge in verschiedenen Dehnungszuständen.

Wir hatten in früheren Sitzungen schon mehrfach Gelegenheit, über unsere Versuche über die Funktion der Bronchialmuskulatur zu berichten. Wir haben nun diese Versuche auch auf die künstlich durchblutete Lunge ausgedehnt. Dabei sind wir, zunächst rein zufällig, auf interessante Beobachtungen über die Abhängigkeit der Durchblutungsgrösse von gewissen Dehnungszuständen der Lunge gestossen. Diese Beobachtungen wurden dann systematisch weiter verfolgt, und über ihr Ergebnis soll heute berichtet werden.

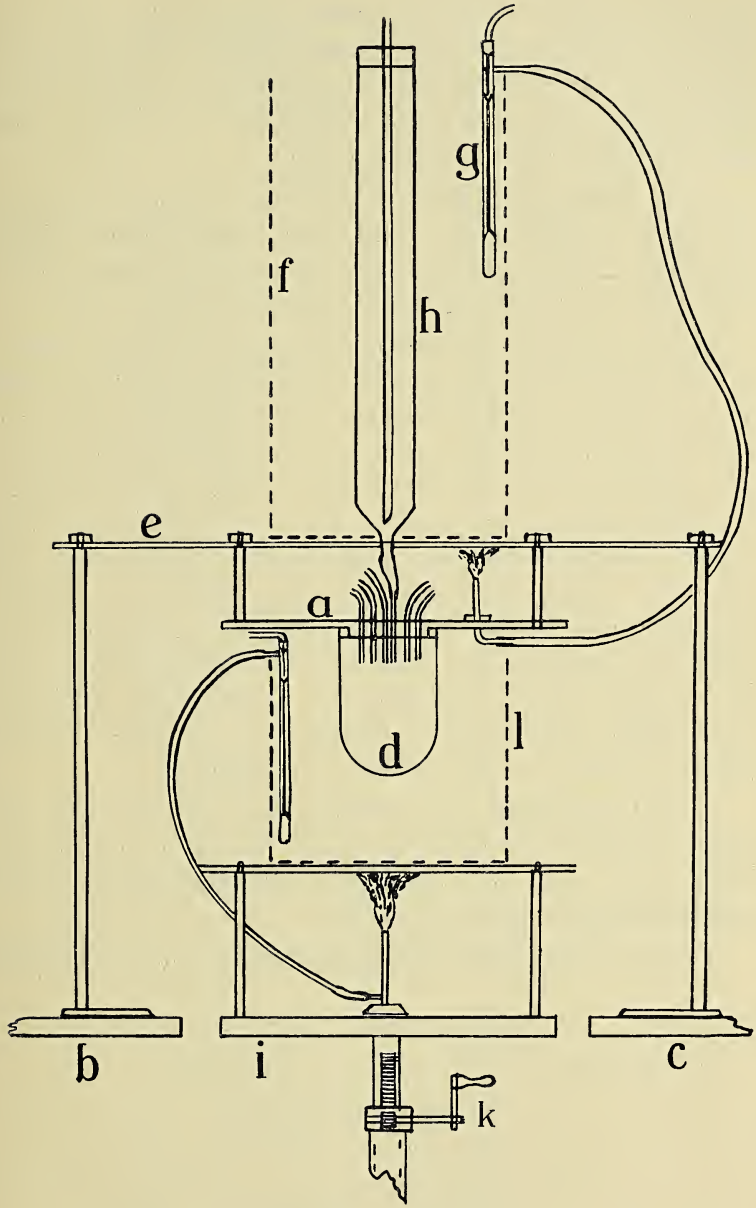
Es würde zu weit führen, an dieser Stelle eine ausführliche Uebersicht über die Literatur, die bereits über das vorliegende Thema vorhanden ist, zu geben. Wir wollen nur an die Arbeiten von Bruns und von Cloetta erinnern.

Die Methodik, die wir bei unsern Versuchen anwandten, war folgende:

Das Versuchstier (Kaninchen) wurde durch Verbluten aus den Carotiden getötet und in die Trachea eine Kanüle eingebunden. Nach Aufhören der Atembewegungen wurde der Brustkorb geöffnet und nach Durchtrennung der Aorta eine

weitere Kanüle in die Arteria pulmonalis nach den Lungen zu eingebunden. Diese Kanüle wurde vermittelst einer Pipette mit körperwarmer Ringerlösung gefüllt, und diese Lösung, um eine Gerinnung des austretenden Blutes zu verhindern, fortwährend erneuert. Eine dritte Kanüle wurde dann in den linken Vorhof eingebunden. Dann wurde an der Atrio-Ventrikulargrenze eine starke, nicht einschneidende Ligatur fest angelegt und hinter der Ligatur die Ventrikel abgeschnitten. Es wurden darauf die Lungen mit den drei Kanülen aus dem Brustkorb entfernt und an den Durchblutungsapparat angeschlossen.

Dieser bestand aus folgenden Teilen: Die Messingplatte *a* war durch Stangen und Muffen fest auf den beiden sich gegenüberstehenden Tischen *b* und *c* montiert. In die Messingplatte waren in zentrischer Anordnung (auf der Figur nebeneinander gezeichnet) sechs Messingrohre eingelötet. An diesen mittleren Teil der Platte konnte mit Hülfe einer Ueberfangmutter das Glasgefäss *d*, das zu diesem Zwecke oben mit einem Messingflansch versehen war, luftdicht (durch Lederdichtung) angeschraubt werden. Auf dem Gerüste *b e c* stand ein grosser Thermostat, der durch einen Thermoregulator (*g*) auf 38 ° gehalten wurde. Darin stand der grosse Zylinder *h*, der mit Ringerlösung gefüllt war und nach dem Mariotte'schen Prinzip diese Lösung unter konstantem Druck an eines der sechs Messingrohre abgab. An dieses Rohr wurde die Kanüle, die in der Arteria pulmonalis lag, angeschlossen. Ein zweites Rohr wurde mit der Kanüle des linken Vorhofes, ein drittes mit der Trachea in Verbindung gebracht. Das vierte Rohr führte zu einem Manometer, das fünfte enthielt ein Thermometer und das sechste trug oben einen durch eine Klemme verschliessbaren Gummischlauch. Auch das mit der Trachea verbundene Rohr war an seinem oberen Ende mit einem Gummischlauch versehen. Sobald die Kanülen angeschlossen und die Durchblutung in Gang gesetzt war, wurde die zwischen den Tischen *b* und *c* befindliche Tischplatte *i* durch Zahn


g
f
h
e
a
d
l
b
i
c
k

und Trieb mit der Kurbel *k* soweit emporgehoben, dass das Gefäss *d* ganz in den mit Wasser gefüllten Thermostaten *l* eintauchte. Der bewegliche Thermostat *l* sowohl wie der feststehende *f* besassen vorne und hinten Glaswände, so dass man den Inhalt gut übersehen konnte.

Die Menge der durch die Lunge hindurchfliessenden Flüssigkeit wurde dadurch bestimmt, dass jedesmal genau 15″ lang ein Messzylinder unter die von dem linken Vorhof kommende ins Freie mündende Leitung gehalten wurde.

Die verschiedenen Blähungszustände der Lunge wurden auf folgende Weise herbeigeführt: Entweder wurde an dem an das sechste (frei im Lumen von *d* endigende) Rohr angeschlossenem Schlauche gesaugt. Es wurde dadurch in *d* ein negativer Druck erzeugt; dabei war das mit der Trachea verbundene Rohr nach aussen offen. Im Protokoll ist diese Art der Lungendehnung als „angesaugt“ bezeichnet. Oder der eben bezeichnete Schlauch (sechs) wurde offen gelassen und durch den Trachealschlauch die Lunge von innen durch Ueberdruck aufgeblasen. Diese Art der Lungendehnung wurde als „aufgeblasen“ bezeichnet. Wenn beide Schläuche nach aussen offen waren, collabierte die Lunge, und dieser Zustand wurde als „collabiert“ bezeichnet.

Die Bestimmung der Ausflussmenge begann immer erst einige Sekunden, nachdem die Lunge in den neuen Zustand versetzt war und die Flüssigkeit mit anscheinend gleichmässiger Geschwindigkeit ausfloss.

Folgende Protokollauszüge mögen die Resultate erläutern:

Kaninchenlunge 6.

Es fliessen in 15″ aus der Vorhofkanüle:

collabiert:	31	cm^3
angesaugt:	43	„
angesaugt:	41	„
collabiert:	33	„

aufgeblasen: 21 cm³
aufgeblasen: 20 „
collabiert: 20 „
angesaugt: 45 „

Kaninchenlunge 7.

collabiert:	15	cm³
collabiert:	16	„
angesaugt:	34	„
collabiert:	22	„
aufgeblasen:	15	„
collabiert:	20	„
angesaugt:	35	„
angesaugt:	32	„
collabiert:	22	„
aufgeblasen:	19	„
collabiert:	23	„
stark angesaugt:	42	„
weniger stark angesaugt:	30	„
collabiert:	20	„
collabiert:	16	„
angesaugt:	32	„
collabiert:	16	„

Kaninchenlunge 9.

Die eine Hälfte der Lunge bleibt beim Durchleiten der Ringerlösung rot, wird also nicht mit durchblutet.

collabiert:	7	cm³
angesaugt:	16	„
collabiert:	7	„
sehr wenig angesaugt:	9	„
mehr angesaugt:	13	„
collabiert:	7	„
stark aufgeblasen:	7	„

stark angesaugt:	16 cm³
collabiert:	7,5 „
sehr schwach angesaugt	10 „
etwas stärker angesaugt:	13 „
noch stärker angesaugt:	16 „
collabiert:	9 „
wenig aufgeblasen:	8,5 „
stark aufgeblasen:	9 „
collabiert:	9 „

Zu genau entsprechenden Resultaten führten alle übrigen Versuche, sodass von ihrer Mitteilung abgesehen werden kann.

Das Resultat der Versuche ist kurz folgendes:

1. Die Durchblutungsgrösse ist bei der collabierten und bei der geblähten Lunge annähernd dieselbe für den Fall, dass die Blutung durch Ueberdruck von der Trachea aus herbeigeführt wird. Wenn die Durchblutung sich durch das Aufblasen überhaupt ändert, so wird sie, wenn auch nur unbeträchtlich, in ungünstigem Sinne beeinflusst.
2. Die Durchblutungsgrösse nimmt aber bei der geblähten Lunge gegenüber der collabierten oder durch Ueberdruck aufgeblasenen Lunge ganz bedeutend zu, wenn die Blähung durch Absaugung von aussen, also durch negativen Druck (Unterdruck) wie unter physiologischen Verhältnissen herbeigeführt wird. Dabei nimmt die Durchblutungsgrösse mit dem Dehnungsgrade von der schwächsten Dehnung an immer mehr zu.

Die Versuche geben, u. a. eine wesentliche Stütze für die oft von Sauerbruch ausgesprochene Ansicht, dass bei der künstlichen Atmung des Menschen das „Ueberdruckverfahren“ nicht dem „Unterdruckverfahren“ gleichwertig ist.

Zum Schluss möge noch auf einige leicht sich einstellende Störungen hingewiesen werden.

Zunächst tritt leicht Oedem der Lungen auf; man kann diese Störung in der Regel dadurch vermeiden, dass man keinen höheren Durchblutungsdruck als 25 cm Wasser anwendet. In einigen Fällen trat aber trotzdem Oedem auf; die Ursache dafür konnten wir nicht feststellen. Vielleicht ist die Durchschneidung der Vagi dafür verantwortlich zu machen. Wir fanden nämlich bei Meerschweinchen, dass doppelseitige Vagusdurchschneidung in ca. 50 % Lungenödem zur Folge hat. Weiterhin muss man dafür Sorge tragen, dass die Zuleitung zu den Lungengefässen genügend weit ist, damit bei ev. Erleichterung der Durchblutung auch genügend Flüssigkeit zufliessen kann.

Weiterhin berichten A. Lohmann und Eduard Müller über:

Das Elektrokardiogramm bei angeborenen Herzfehlern (nebst experimentellen Studien über die Beeinflussung desselben durch künstliche Lageveränderungen des Herzens).

Im letzten Jahre konnten wir aus dem Material der medizinischen Poliklinik 7 Fälle mit angeborenen Herzfehlern eingehend untersuchen und hierbei das Elektrokardiogramm aufnehmen.

Unter den anatomisch so vielgestaltigen Bildern des Vitium congenitum interessieren praktisch 2 Hauptgruppen von Veränderungen: die Stenosen in der Gegend des Pulmonalostiums, sowie die abnormen Kommunikationen zwischen den Kammern (Septumdefekte), zwischen den Vorkammern (offenes Foramen ovale), sowie zwischen Aorta und Arteria pulmonalis (sog. Persistenz des Ductus Botalli). Am Krankenbett findet sich meist das Bild der Pulmonalstenose; diese geht vielfach mit erst später anatomisch nachweisbaren oder manchmal auch klinisch erkennbaren Defekten der Scheidewände oder mit Offenbleiben des Ductus Botalli einher.

Wenn ein funktionell bedeutsamer Herzfehler vorliegt, so entsteht trotz der anatomischen Vielgestaltigkeit der Veränderungen mit Vorliebe ein in seinen Grundzügen monotones Zustandsbild. Wir haben dann einen Herzfehler vor uns, der zeitlich vielfach in die frühe Kindheit, ja manchmal auf den Tag der Geburt zurückgeführt werden kann und mit bedeutsamen äusseren Schädlichkeiten nicht in Beziehung steht. Dieses Vitium geht mit einer vorwiegenden Beteiligung der rechten Kammer und Vorkammer einher; Hypertrophie und Dilatation des rechten Herzens verlaufen mit

einem vielfach auch fühlbaren charakteristischen systolischen Pulmonalgeräusch, sowohl bei echter Stenose wie bei Persistenz des Ductus Botalli.[1])

Zu diesem Herzbefunde treten gerne zwei weitere Symptome: 1. das in schweren Fällen ziemlich häufige Zurückbleiben der körperlichen und manchmal auch der geistigen Entwicklung. 2. die mehr oder minder schweren Grade des Morbus cäruleus, also die angeborene Blausucht, vielfach mit symptomatischer Polycythämie d. h. Vermehrung der Zahl der roten Blutkörperchen in der Raumeinheit bei Untersuchung des Venenblutes und nicht zuletzt mit den diagnostisch so wichtigen Trommelschlägelfingern einhergehend.

Es gibt nun Fälle, wo sich die angeborene Herzmissbildung oder fötale Herzerkrankung mit längerer Lebensdauer verträgt und erst im Laufe der späteren Entwicklung — nicht selten durch Hinzutreten postembryonaler, auch rheumatischer Veränderungen — zu greifbaren Symptomen führt. Die angeborene Störung kann, wie auch anatomische Untersuchungen zu beweisen scheinen, den „locus minoris resistentiae“ für eine spätere Endocarditis abgeben; ausserdem können manche congenitale Herzveränderungen z. B. ein offenes Foramen ovale funktionell erst dann an Bedeutung gewinnen, wenn postembryonale Herzerkrankungen, z. B. ein Mitralfehler zu Drucksteigerungen und Blutstauungen im linken Vorhof führen und dadurch den Blutaustritt in die rechte Vorkammer begünstigen.

Ein modernes Hülfsmittel zur Erkennung kongenitaler Herzveränderungen bietet uns nach den Untersuchungen von Nicolai und Kraus, die schon vielfach, insbes. von Th. Grödel bestätigt wurden, das Elektrokardiogramm. Es soll

1) Auf die röntgenologisch nachweisbaren Veränderungen, sowie auf die streifenförmige Dämpfung beim offenen Ductus Botalli soll hier nicht näher eingegangen werden; das gesammelte Material wird später in einer Dissertation verwertet werden.

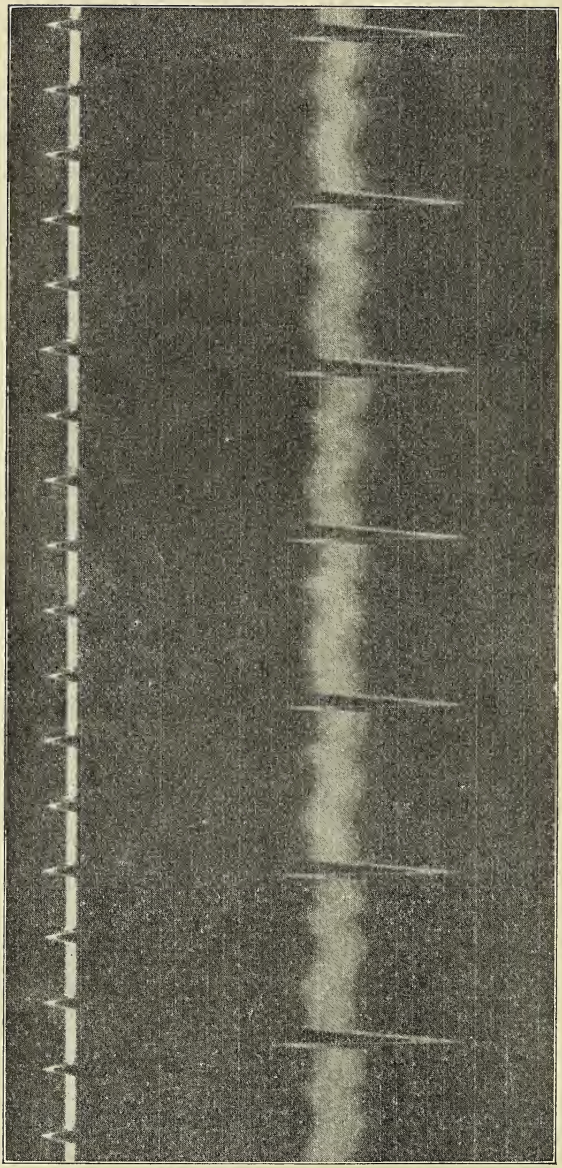


Fig. 1. Willi Irge, 9 Jahre alt, Vitium congenitum.

beim congenitalen Herzfehler zur vollständigen Umkehr der J-Zacke kommen. Während dieselbe normal und bei vorwiegender Erkrankung des linken Herzens „positiv", d. h. nach oben gerichtet ist, wird sie beim angeborenen Herzfehler vollkommen negativ.

Wir haben diese Angabe nachgeprüft und in allen unseren Fällen bestätigt gefunden. Als Beweis hierfür mögen die Figuren 1—3 dienen, die von unseren Fällen mit angeborenen Herzfehlern stammen. Es besteht kein Zweifel, dass diese Negativität der J-Zacke eine diagnostisch bedeutsame, in dieser ausgeprägten Form fast nur beim angeborenen Herzfehler vorkommende, höchst interessante Erscheinung darstellt.

Es fragt sich nur, wie diese „Negativität" zu erklären ist. Th. Grödel und Mönkeberg weisen darauf hin, dass die Ursache dieser Umkehr der J-Zacke kaum in einer Erkrankung des nervösen Herzapparates bezw. des Reizleitungssystems zu suchen ist. In den mikroskopisch genauer studierten Fällen von angeborenen Herzfehlern fanden sich bisher keine solche Veränderungen. Grödel denkt an mechanische Ursachen: er weist auf die Wichtigkeit der Lagebeziehungen der Herzkammern zu den Ableitungsstellen hin und glaubt — kurz gesagt — dass eine starke Drehung des Herzens infolge der Ausweitung und Hypertrophie der rechten Hälfte für diese Negativität verantwortlich sei. Der stark hypertrophische und dilatierte rechte Ventrikel dränge nach links, sodass der linke Ventrikel ganz nach hinten verlagert werde.

Früher war man meist der Meinung, dass Veränderungen der Herzlage für das Elektrokardiogramm wenig bedeutsam sind. Dies gilt namentlich für solche Lageveränderungen, die durch Hoch- oder Tiefstand des Zwerchfells zustande kommen. Tritt das Zwerchfell tief, so steht bekanntlich das Herz abnorm senkrecht (das sog. Tropfenherz); tritt das Zwerchfell abnorm hoch, z. B. bei raumbeengenden Prozessen

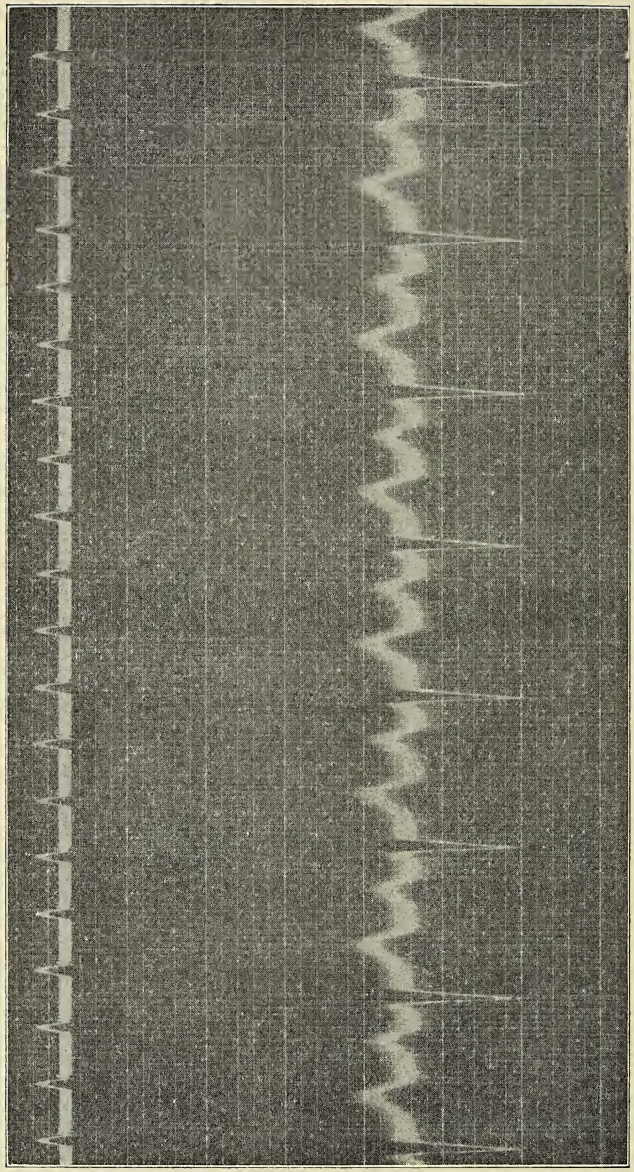


Fig. 2. Anna Friedrich, 17 Jahre alt, Vitium congenitum.

im Leibe, wie allzu starkem Fettgehalt, Meteorismus, Schwangerschaft usw., so weicht die Herzspitze nach links aus und es kommt zu einer abnormen Querlage.

Wir selbst haben versucht, bei einem geeigneten Patienten durch starke Luftaufblasung des Magens eine solche Lageveränderung des Herzens unter Kontrolle des Röntgenschirms zu erzeugen; wir fanden aber kurz vor und nach der Luftaufreibung des Leibes mit starker Verlagerung des Herzens keine wesentlichen Unterschiede im Elektrokardiogramm.

Für die Tatsache, dass trotzdem gewisse mechanische Verhältnisse der Herzlage für die Negativität der Initialschwankung beim angeborenen Herzfehler bedeutsam sind, spricht der Befund, dass eine solche Negativität auch bei reiner Mitralstenose vorkommt. Wenn man die seltenen Fälle von unkompensierter reiner Mitralstenose percutiert, findet man bekanntlich eine starke Verbreiteruug der Herzdämpfung nach rechts. Bei Autopsien kann man sich, wie Strümpell stets betont hat, davon überzeugen, dass die Verbreiterung der Herzdämpfung nach rechts hin im wesentlichen auf die starke Dilatation des rechten Vorhofes zu beziehen ist. Der dilatierte rechte Ventrikel drängt unter Höhertreten seines Conus arteriosus nach links herüber, sodass unter gleichzeitiger Drehbewegung des Herzens der linke Ventrikel ganz nach hinten verlagert wird und der „Spitzenstos“ vielfach vom rechten, nicht vom linken, Ventrikel herrührt. Zu ganz ähnlichen Herzlagen kann es beim congenitalen Herzfehler kommen, der ja in ähnlicher Weise wie die reine Mitralstenose fast immer mit einer vorwiegenden Hypertrophie und Dilatation des rechten Herzens einhergeht.

Wir hielten die Hypothese Grödel's, dass die „Negativität“ der J-Zacke durch Veränderungen der Herzlage, insbesondere durch die bei reiner Mitralstenose längst bekaunte Drehbewegung des Herzens entstehen kann, für durchaus möglich. Diese auf theoretische Ueberlegungen

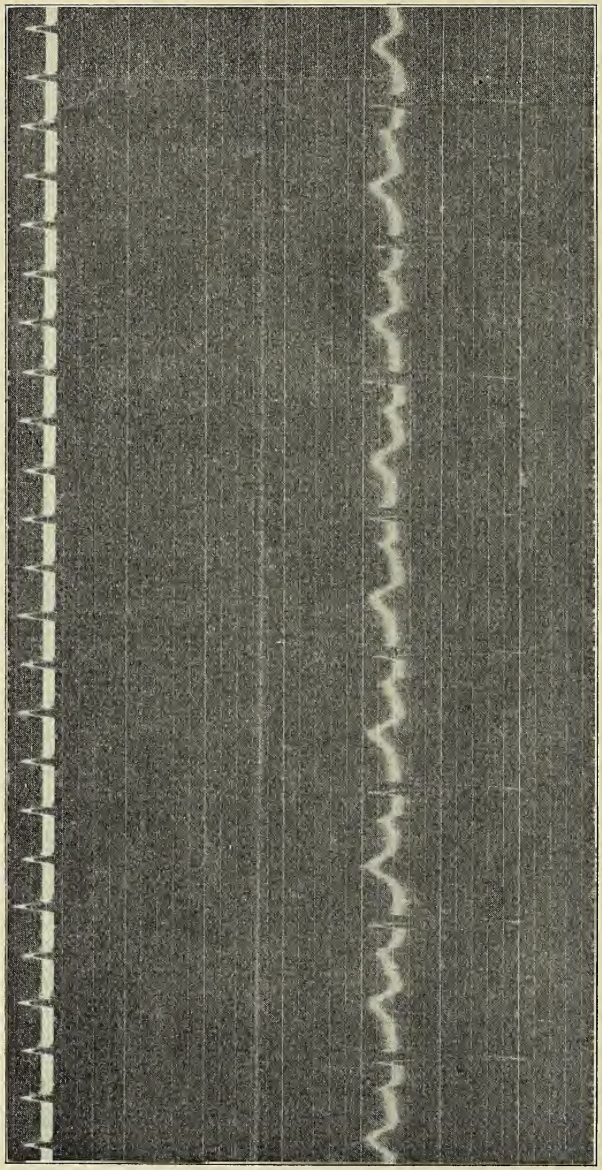


Fig. 3. Emma Böttner, 13 Jahre alt, Vitium congenitum.

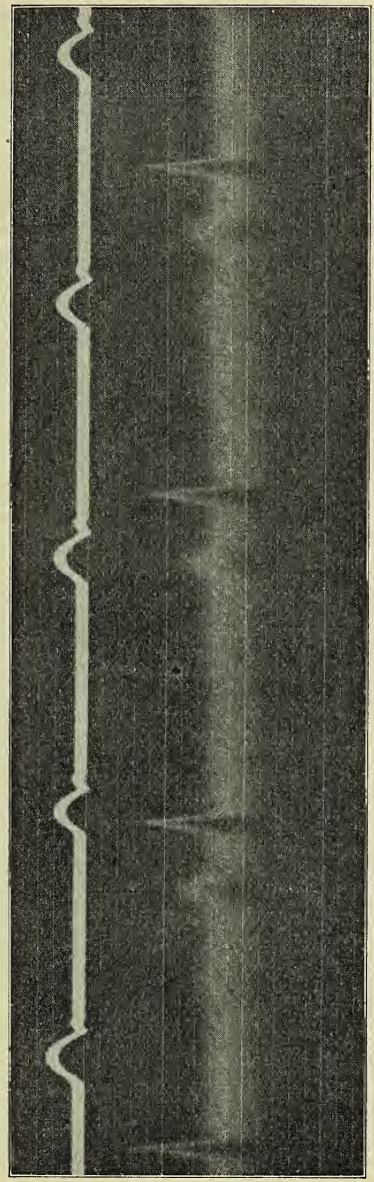


Fig. 4. Kaninchen. Herz freigelegt (siehe Text), Elektrokardiogramm (Ableitung von beiden Vorderpfoten). Positive J-Zacke (Zeit in 0,2″).

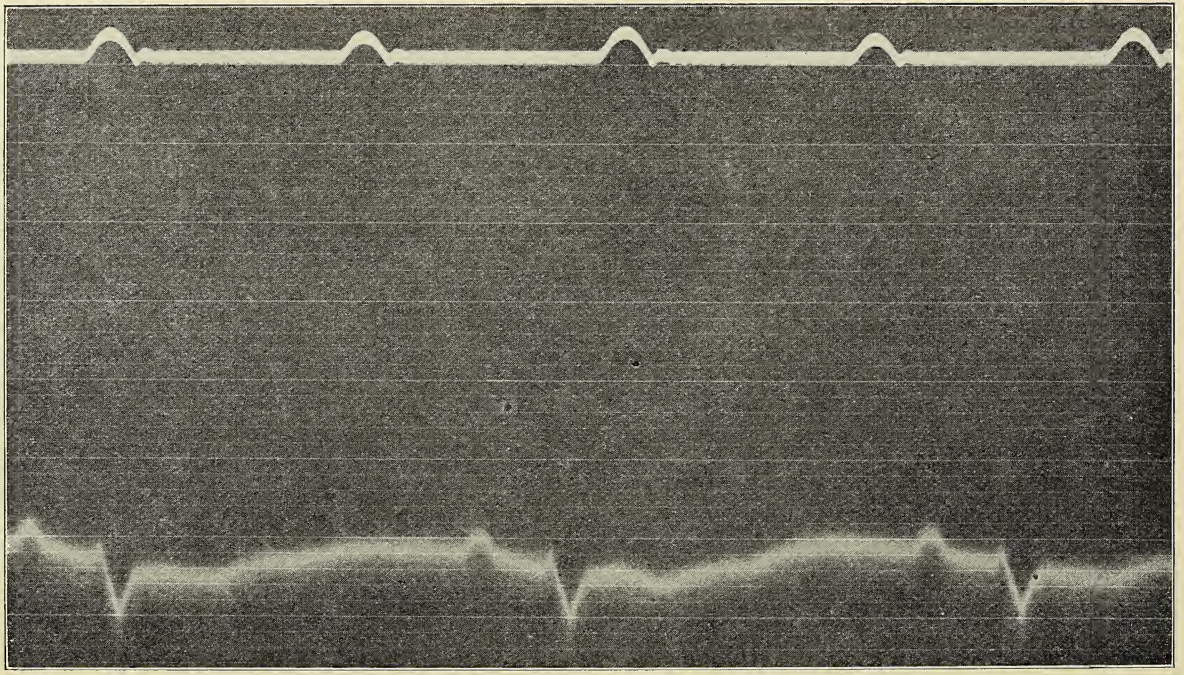


Fig. 5. Fortsetzung von Fig. 4. Doch Herz in der im Text beschriebenen Weise gedreht: negative J-Zacke.

sich stützende Auffassung bedarf jedoch der experimentellen Begründung.

Zu diesem Zweck haben wir künstlich eine Drehung des Herzens analog derjenigen bei angeborenen Herzfehlern und reinen Mitralstenosen im Tierversuch erzeugt und die Elektrokardiogramme vor und nach der Drehung miteinander verglichen. Im einzelnen wurden die Versuche in folgender Weise angestellt:

Bei einem durch Urethan narkotisierten Kaninchen wurden beide Vorderpfoten mit Hilfe von Calcium sulfuratum hydratum enthaart und das Enthaarungsmittel durch reichliche Wasserspülung sorgfältig entfernt. Hierauf wurden bei dem auf dem Rücken aufgebundenen Tier die enthaarten Pfoten mit Mullbinden, die mit Ringer-Lösung durchtränkt waren, in zahlreichen Touren umwickelt und auf das so entstandene nasse Bindenpolster flächenförmig sich anschmiegende dünne Kupferblech-Elektroden zur Ableitung angebracht. Sodann wurde dem Tier zur Erleichterung der Atmung eine Trachealkanüle eingelegt und das Sternum, wie dies ja beim Kaninchen möglich ist, ohne Verletzung der Pleuren entfernt. Nach Eröffnung des Herzbeutels, den wir rechts und links aussen am Thorax fixierten, wurde oberflächlich durch die Herzmuskelwand links hinten ein Seidenfaden eingebunden. Der Seidenfaden wurde quer unter dem Herzen nach rechts zwischen Herz und Herzbeutel durchgeführt, sodass er an der rechten Seite des Herzens zum Vorschein kam. Ein zweiter Faden wurde ebenfalls in Höhe der Mitte zwischen Herzspitze und Atrioventrikulargrenze vorn rechts in die Wand des rechten Ventrikels eingebunden und der Faden nach links gelegt. Zieht man jetzt an beiden Fäden in horizontaler Richtung, so macht das Herz eine Drehbewegung um seine Längsachse, sodass der rechte Ventrikel nach vorn und mehr nach links und der linke ganz nach hinten und mehr nach rechts zu liegen kommt. Hierbei lässt es sich

manchmal kaum vermeiden, dass sich das Herz etwas vom Rücken abhebt. Um dies auszuschliessen, wird gleichzeitig mit einem durch Condomgummi geschützten Finger das Herz sanft nach hinten gedrängt. Zur Verbesserung der Ableitungsverhältnisse am freigelegten Herzen wurde der Herzbeutel mit warmer Ringer-Lösung ausgegossen. Zu verschiedenen Zeiten vor und nach den einzelnen Operationen wurde nun das Elektrokardiogramm durch Ableitung an den Vorderpfoten aufgenommen. Es zeigte sich stets, dass die Elektrokardiogramme vor der experimentellen Herzdrehung im wesentlichen übereinstimmten und insbesondere eine ausgesprochene positive J-Zacke aufwiesen. Sofort nach der künstlichen Rotation des Herzens änderte sich das Bild der J-Zacke vollkommen. Es kam zu fast gänzlicher Negativität. Den Beleg hierfür mögen Figur 4 und 5 bilden.

Damit ist der experimentelle Beweis erbracht, dass Lageveränderungen des Herzens im Sinne einer Rotationsbewegung imstande sind, eine totale Umkehr der J-Zacke im Elektrokardiogramm hervorzurufen. Diese Feststellungen erlauben ferner den Schluss, dass die Veränderungen des Elektrokardiogramms, die wir bei angeborenen Herzfehlern und reineren Formen der Mitralstenose finden, durch die geschilderten Lageverhältnisse, nicht aber durch die anatomischen oder funktionellen Anomalien des Herzens an sich bedingt sein können.

Die experimentelle Umkehr der J-Zacke des Elektrokardiogramms zu gänzlicher Negativität gelingt auch bei künstlicher Drehung des Herzens in umgekehrter Richtung, wobei linkes Herz mehr nach rechts und stark nach vorne rückt. Bei dieser Form der Rotation können auch die anderen Zacken negativ werden. Wir werden über diese Versuche an anderer Stelle ausführlich berichten.

In der Wahlsitzung wurden Herr Prof. Dr. König und Herr Prof. Dr. Jores zu ordentlichen Mitgliedern, die Herren Privatdozenten Dr. Berblinger und Dr. Löning zu ausserordentlichen Mitgliedern gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 6 November 1913

In der Sitzung vom 20. November 1913 sprach Herr O. Bruns:

Ueber die Änderungen der Blutzirkulation im Lungenkreislauf bei Änderungen der Lungenspannung und die praktische Bedeutung dieser Zirkulationsänderungen bei therapeutischen Eingriffen an der Lunge.

Die von Lohmann und Müller in dieser Gesellschaft im Sommer vorgetragenen Untersuchungen „über die Durchblutung der Lunge in verschiedenen Dehnungszuständen" bestätigen vollauf meine im Archiv für klinische Medizin Bd. 109 1912 publizierten Versuchsresultate, die dahin lauteten: „Die physiologisch ausgedehnte Lunge wird in der Zeiteinheit stärker durchblutet als die kollabierte atelektatische Lunge". Ausserdem enthält ja auch, wie ich zeigen konnte, diese kollabierte Lunge in einem gegebenen Zeitmoment weniger Blut als die normal ausgedehnte Lunge; diese relative Blutarmut und schwächere Durchblutung kollabierter Lungen erklärt zugleich das Resultat früherer Untersuchungen über den Sauerstoffgehalt des Körperarterienblutes. Ich fand nämlich damals, dass sich trotz Kollapses einer ganzen Lunge der Sauerstoffgehalt des Blutes kaum vermindert.

Nebenbei erwähnt haben Lohmann und Müller meine Untersuchungen bestätigt, die ergeben hatten, dass selbst bei Dehnung der Lungen durch einen extrathorakalen Unterdruck von 30 cm Wassersäule keine Überspannung der Alveolarkapillaren eintritt, die Durchblutungsgrösse vielmehr auch jetzt noch zunimmt. Ich glaube das so erklären zu dürfen: Die auf die Aussenseite des Thorax wirkende, dehnende Kraft entfaltet ausser den mehr oberflächlich gelegenen nun auch die zentralen, normaler Weise schwächer ventilierten und durchbluteten Lungenbezirke. Es erschien die Zunahme der Durchblutungsgrösse bei zunehmender Dehnung der Lungen vielleicht auf den ersten Anblick etwas befremdlich, ist doch die Blutarmut einer emphysematös erweiterten Lunge allgemein bekannt. Diese Blutarmut beruht aber darauf, dass die Alveolarkapillaren der emphysematösen Lunge durch eine intra-alveoläre Luftdrucksteigerung komprimiert werden und nachträglich atrophieren. Die Ursache jener Luftdrucksteigerung aber beruht auf einer chronisch entzündlichen Schwellung und Verengung der Bronchien.

Lohmann und Müller haben sich ebenfalls bei ihren Versuchen der Durchströmung der Lungengefässe von der Arteria pulmonalis aus bedient. Ein Unterschied in der Methodik besteht nur darin, dass ich die Lungen im Thorax in intakten Pleurahöhlen beliess und also bei physiologischer Ausdehnung der Lungen experimentierte. Den Kollaps einer Lunge erreichte ich durch eine kleine Incision im Intercostalraum.

Die Lohmann-Müllersche Methodik beugt in geschickter Weise eine Abkühlung der Lunge während des Versuches vor. Mir hat diese Abkühlung anfangs Schwierigkeiten bereitet, zugleich aber die interessante Beobachtung ermöglicht, dass die Temperaturerniedrigung der Lungensubstanz unter die Blutwärme einen sehr energischen Krampf der Gefässmuskulatur in den kleinsten Lungengefässen hervorruft. Dieser Gefässkrampf war häufig so stark, dass kaum ein paar Tropfen Blut mehr aus der Arteria pulmonalis ins linke

Herz gelangten. Setzte ich dann der Durchströmungsflüssigkeit Atropin zu, so löste sich der Krampf sofort und die frühere Menge Blutes passierte nun wieder die Lungengefässe. Diese Abkühlungserscheinungen demonstrieren also die Möglichkeit intensiver Kaliberschwankungen der Lungengefässe aufs deutlichste. Ueber einen zentralen Vasomotorentonus der Lungengefässe und eine nervöse Regulation der Gefässweite konnten meine Versuche natürlich keinen Aufschluss erbringen, wohl aber zeigen sie, dass die kleinen Lungengefässe genau so auf lokale thermische und chemische Einwirkungen mit Kontraktion und Erschlaffung reagieren, wie die Gefässe des grossen Kreislaufs.

Die Angaben von Lohmann und Müller, dass die von der Trachen aus aufgeblähte Lunge schlechter durchblutet wird, als die durch das extrapleurale Unterdruckverfahren Sauerbruchs ausgedehnte, kann ich auf Grund eines bisher nicht publizierten Versuchs durchaus bestätigen.

Wenn ich zu Anfang auf die Zirkulation des Blutes in der kollabierten Lunge näher eingegangen bin, so geschah das, weil die Kenntnis der Durchblutungsverhältnisse normaler und kollabierter Lungen für die Beurteilung der Erfolge der Kollapstherapie erkrankter Lungen von grosser Wichtigkeit ist. Sie werden mich nun fragen, was die Ansicht der Aerzte über die Natur der in der Kollapstherapie wirksamen Heilfaktoren ist. Die Antwort lautet: Wir sehen den Nutzen der Kollapstherapie in der Ruhigstellung der erkrankten Lunge, sowie in der Aenderung der Blutzirkulation und ihren Folgen. Man hatte sich dabei speziell der Auffassung angeschlossen, dass die Zirkulation in der kollabierten Lunge herabgesetzt sei. Die neuesten Resultate Cloettas, dass die Lunge im ersten Drittel der Einatmungsphase am besten durchblutet werde, widersprechen dieser Auffassung nicht. Im übrigen aber muss scharf darauf hingewiesen werden,

dass das Bestreben der Aerzte schon der Ruhigstellung der Lunge halber ganz allgemein darauf hinzielt, die tuberkulöse Lunge nicht nur zum Kollaps zu bringen, sondern wenn irgend möglich unter einem konstanten intrapleuralen Blutdruck komprimiert zu erhalten. Eine solche längere Zeit komprimierte Lunge ist aber, wie das meine zahlreichen histologischen Untersuchungen beweisen, sicherlich nur ganz schwach durchblutet. Die Alveolarkapillaren sind hier grösstenteils überhaupt blutleer, nur die grösseren Arterien und Venen sind gut mit Blut gefüllt.

Worin liegt nun aber die Bedeutung der Zirkulationsverminderung für die Heilungsvorgänge in tuberkulösen komprimierten Lungen? Da haben wir folgende Punkte besonders ins Auge zu fassen:

1. In der komprimierten luftleeren Lunge vermag das Blut sich nicht mehr mit Sauerstoff anzureichern. Dieser Sauerstoffmangel aber erschwert empfindlich die Lebensbedingungen der Tuberkelbazillen, die ja bekanntlich ein ganz ausserordentlich hohes Sauerstoffbedürfnis haben.

2. Die Verlangsamung bezw. Hemmung der Blutzirkulation hat natürlich auch eine Verlangsamung der Lymphbewegung im Gefolge. Damit aber ist die Ausbreitung der Tuberkelbazillen in die Nachbarschaft auf Blut- und Lymphbahnen erschwert.

3. Nicht weniger wichtig ist, dass durch die Störung der Blut- und Lymphbewegung auch die Resorptionsbewegungen für die Toxine der Tuberkelbazillen wesentlich verschlechtert sind. Ich selbst habe es mehrfach beobachtet und jeder Arzt, der sich mit Kollapstherapie befasst, wird es mir bestätigen können, dass, wenn der Totalkollaps der Lunge gelingt, durch die Hemmung der Resorption dieser giftigen Stoffwechselprodukte in den Kreislauf eine eklatante Besserung des Allgemeinbefindens eintritt. Fieber, Appetitlosigkeit, Nachtschweisse und Abmagerung hören auf und

der Kräftezustand des Patienten hebt sich in wenigen Wochen ausserordentlich.

In der starken Bindegewebswucherung, die man in komprimierten, tuberkulös erkrankten Lungen regelmässig autoptisch nachweisen kann, hat man einen willkommenen Abkapselungsprozess tuberkulöser Herde, also einen Heilungsvorgang gesehen. Auch diese reaktive Bindegewebswucherung hat man als die Folge der Veränderung der Blut- und damit der Lymphzirkulation angesehen.

Speziell Brauer hat dann noch darauf hingewiesen, dass die infolge der verminderten Resorption an Ort und Stelle angehäuften tuberkulösen Toxine einen vermehrten lokalen Reiz auf die Bindegewebsneubildung ausüben könnten.

So bedeutungsvoll sich die Zirkulationsänderungen in kollabierten und komprimierten Lungen im Kampf des Organismus gegen den tuberkulösen Zerstörungsprozess erwiesen hat, scheint es uns doch, als ob der Beweis für die Abhängigkeit der Bindegewebswucherung von der Zirkulationserschwerung nicht sicher erbracht wäre.

Monatelange energische Kompression vorher gesunder Kaninchenlungen führte zwar in meinen Versuchen zu entzündlicher Pleuraverdickung, aber trotz Blut und Lymphstauung zu keiner echten diffusen Bindegewebswucherung.

Rief ich die Zirkulationsstörung in der Lunge dadurch hervor, dass ich den zur rechten oder linken Lunge ziehenden Hauptast der Lungenarterie unterband, so beobachtete ich in der Tat eine ausgedehnte Bindegewebsvermehrung auch in der vorher gesunden Lunge. Dieses neugebildete Bindegewebe war aber zweifellos entzündlichen Ursprungs. Es waren pleurogene Wucherungen des interlobulären, bezw. herdförmige Neubildungen des interalveolären und peribronchialen Stützgewebes.

Auch Schur spricht in seinen vor kurzem erschienenen Studien zur Pneumothoraxbehandlung die Ansicht aus, dass

man die Bindegewebswucherung in kollabierten tuberkulösen Lungen wohl nicht als ein Zeichen einer Ausheilungstendenz, also nicht als Folgeerscheinung der Zirkulationsstörungen betrachten dürfe.

Die Darstellung über die Folgezustände der Zirkulationseinschränkung bei einseitigem Lungenkollaps wäre unvollständig, wenn ich nicht zum Schlusse auch noch einer allerdings unerwünschten, aber bei vorsichtiger Handhabung der Pneumothoraxtherapie doch ungefährlichen Folgeerscheinung gedächte.

Die monatelang unterhaltene Kompression einer Lunge bedeutet eine erhebliche Einengung der Lungenstrombahn. Soll trotzdem die Blutzirkulation im Lungenkreislauf, präzise ausgedrückt die Zufuhr des arterialisierten Blutes zum linken Herzen ungeschmälert vor sich gehen, so hat das an sich schon muskelschwache rechte Herz eine wesentliche Mehrarbeit zu leisten.

Sie werden mir einwenden, dass das nicht notwendig die Folge der Kompression einer Lunge sei; es könnte doch auch das Gefässnetz der anderen Lunge entsprechend sich erweitern, sodass eine Verkleinerung des Gesamtgefässquerschnittes garnicht eintrete.

Diese Erweiterung der Gefässe der nicht komprimierten Lunge tritt auch in der Tat ein; dass sie aber nicht genügt, um dem rechten Herzen die Mehrarbeit zu ersparen, beweisen meine Versuche an zahlreichen Pneumothoraxtieren, die ergaben, dass nach Verlauf von 3 Monaten schon eine Hyperthrophie des rechten Herzens auftritt.

Diese Versuche wurden inzwischen von mehreren Autoren (Carlström, Waller, Halahult, Hofbauer) durch Sektionsbefunde an Patienten bestätigt. Man fand, dass nach durchschnittlich 3 monatelangem Bestehen des einseitigen Pneumothorax eine starke Hypertrophie mit Erweiterung des rechten Herzens nachzuweisen war.

Die praktische Bedeutung bezw. der günstige Einfluss der Zirkulationsherabsetzung in der Lunge liegt also in der für den Tuberkelbazillus schädlichen Sauerstoffarmut, in der Verhinderung der Aussaat der Bakterien auf dem Blut- und Lymphweg und endlich in einer Hemmung der Ueberflutuug des Gesamtorganismus mit den tuberkulösen Toxinen.

Weiter hielt Herr Jaensch den Vortrag:

Die Farbenkonstanz der Sehdinge.

1. Vortr. hat bereits anderwärts erwiesen, dass die unter dem Einfluss wechselnder Beleuchtung auftretende Farbentransformation der Sehdinge nicht auf die Wirksamkeit des Umgebungskontrastes zurückgeführt werden kann, wie in der Regel angenommen wird. Gleichwohl besteht zwischen der Farbentransformation durch Aenderung der Beleuchtung und den Erscheinungen des Umgebungskontrastes ein enger Zusammenhang. Bezeichnet man mit Hering bei den Kontrastversuchen das kontrastleidende Feld als „Infeld", das kontrasterregende Feld als „Umfeld" und definiert man bei den Versuchen über Farbentransformation ein Objekt, welches in einem irgendwie beleuchteten Raume dargeboten wird, als „Infeld", den Raum selbst als „beleuchteten Raum" (je nach der Beleuchtung als „dunkel-, hell-, gelb- etc. beleuchteten Raum), so gilt nach den Versuchen des Vortr. folgender Hauptsatz:

Grundgesetze des Kontrastes gehen über in Grundgesetze der Transformationsfarben, wenn man in den Kontrastgesetzen den Terminus „Umfeld" ersetzt durch den Terminus „beleuchteter Raum".

Beispiel: Nach den Versuchen von Pretori und Sachs gilt für den Umgebungskontrast der Satz:

> Das in einem farbigen Umfeld neutral erscheinende Infeld bleibt neutral, wenn seine farbige und seine weisse Valenz proportional wachsen.
>
> Nach den Versuchen des Vortr. gilt für die Transformationsfarben das Parallelgesetz: Das in einem farbig beleuchteten Raum neutral erscheinende Infeld bleibt neutral, wenn seine farbige und seine weisse Valenz proportio-

nal wachsen. — Letzterer Satz gilt, wie alle vom Vortr. ermittelten Gesetze der Transformationsfarben, auch dann, wenn die Wirksamkeit des Umgebungskontrastes ausgeschlossen und die Möglichkeit einer Zurückführung des Gesetzes auf das analoge Kontrastgesetz abgeschnitten ist.

2. Durch eine einfache Umschreibung der Formeln zeigt Vortr., dass das eben erwähnte Parallelgesetz in der physiologischen Sprache der Valenzen nichts anderes ausdrückt als die Tatsache, dass von der farbigen Beleuchtung, sei es total oder partiell, abstrahiert wird.

3. Wie der Satz von Pretori und Sachs von den quantitativen Verhältnissen des Farbenkontrastes, so gibt der Satz von Hess und Pretori von den quantitativen Verhältnissen des Helligkeitskontrastes Rechenschaft. Auch zu diesem Satz gilt bei den Transformationsfarben das Parallelgesetz, Indem man die Hintergründe des unter verschiedener Beleuchtung stehenden Infeldes in geeigneter Weise wählt, kann man auch hier den Nachweis erbringen, dass es nicht angängig ist, das Parallelgesetz auf das analoge Kontrastgesetz zurückzuführen. Auch hier drückt — wie durch eine Umschreibung der Formeln andernorts gezeigt werden wird — das Parallelgesetz in der physiologischen Sprache der Valenzen lediglich die Tatsache aus, dass von der Beleuchtung (total oder partiell) abstrahiert wird.

4. Wenngleich es nicht angeht, die Gesetze der Transformationsfarben auf die Gesetze des Umgebungskontrastes zurückzuführen, so nötigt doch der Parallelismus der Sätze zu der Annahme einer inneren Zusammengehörigkeit beider Erscheinungsgebiete. Eine solche Zusammengehörigkeit besteht in der Tat; aber das primäre Phänomen ist nicht die angeblich vorhandene und rein photochemisch zu erklärende Wechselwirkung der Netzhautstellen, sondern der den Transformationsfarben zu Grunde liegende Abstraktionsprozess. Die Kontrastphänomene sind Gedächtniserscheinungen (Engramme).

Mindestens auf psychophysischem Gebiet — wenn nicht in weiterem Umfang — gilt der Satz, dass ein Vorgang, welcher sich unter gewissen Begleitumständen B sehr häufig abgespielt hat, beim Gegebensein ähnlicher Begleitumstände B′ von neuem wiederauftritt. Ist die Beleuchtung bei den Versuchen über Farbentransformation beispielsweise gelb, ist also unter den Versuchsumständen B ein gleichförmiges Gelb über das Gesichtsfeld ausgebreitet, so sind die Versuchsumstände B, unter denen infolge des Abstraktionsprozesses eine Farbentransformation stattfindet, den Begleitumständen B′ ähnlich, welche dann vorliegen, wenn ein Infeld auf gelbem Umfeld dargeboten wird. Dieses zwischen den Kontrasterscheinungen und den Transformationsfarben bestehende Abhängigkeitsverhältnis erklärt ebensowohl die Tatsache, dass der quantitative Betrag der Farbenänderung beim Kontrast im allgemeinen geringer ist als bei den Transformationsfarben, wie auch die weitere Erscheinung, dass der quantitative Betrag der Farbenänderung mit der Aehnlichkeit von B und B′ zunimmt (Homogenität des Umfeldes, Florkontrast).

5. Die vom Vortr. erhaltenen Ergebnisse stehen mit den Grundannahmen der Theorie der Gegenfarben in Einklang. —

Die Untersuchung, welche in ausführlicher Form veröffentlicht werden wird, möchte an einem Beispiel zeigen, wie die im Vordergrunde der philosophischen Diskussion stehende Frage nach dem Verhältniss der sog. höheren zu den sog. niederen seelischen Funktionen einer exakten Lösung entgegen geführt werden kann.

In der Wahlsitzung wurde Herr Professor Dr. P. Esch zum ausserordentlichen Mitglied gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 7 Dezember 1913

In der Sitzung vom 17. Dezember sprach Herr Arthur Schwantke über:

Beiträge zur Erklärung der Meteoritenbildung.

Der Vortrag bildet die Ergänzung zu dem Vortrage des Verfassers in der Sitzung vom 30. Juli 1913 über:

Die chondritische Struktur der Meteoriten und gewisse Analogien im eisenführenden Basalt und in protogenen basaltischen Ausscheidungen.

Im Nachstehenden ist der Inhalt beider Vorträge zusammengezogen.

Wenn wir uns nach irdischen Analogien mit den Meteoriten umsehen, so finden wir solche vor allem in Verbindung mit basaltischen Gesteinen, einerseits in Beziehungen zu diesen selbst, andererseits und ganz besonders in den Urausscheidungen der Olivin-Pyroxenknollen und in dem mit dem Basalt vorkommenden gediegenen Eisen. Der Verfasser ist seit Jahren mit der Untersuchung dieser Erscheinungen beschäftigt. Ausgehend von der Untersuchung der grönländischen Eisenvorkommen im Basalt, wozu später noch die des Eisenvorkommens vom Bühl bei Cassel treten musste, wurden besonders die genannten protogenen Aus-

scheidungen der Basalte einem sorgfältigen Studium unterworfen, worüber auch schon in diesen Sitzungsberichten November 1904 und Juli 1905 berichtet wurde. Die fortgesetzten Untersuchungen lieferten neue Resultate. Von ganz besonderer Wichtigkeit war aber zum Vergleich mit dem irdischen Material auch das Studium der Meteoriten. Der Verf. ist Herrn Geheimrat Prof. Dr. Th. Liebisch in Berlin zu ganz besonderem Dank verpflichtet, der ihm das reiche Material des Mineralogischen Museums von Berlin zur Untersuchung überliess.

Im Anfang ergaben sich eigentlich kaum bemerkenswerte Analogien, weder zwischen dem Eisen im Basalt und den protogenen Ausscheidungen noch zwischen diesen Vorkommen und den Meteoriten. Die Aufklärung des rätselhaften „Angegriffenseins" des protogenen basaltischen Augit und die Beobachtungen über das Verhalten des Eisens im schmelzflüssigen Basalt geben aber einige Fingerzeige, die uns vielleicht eine Erklärung der scheinbar so ganz von den irdischen Vorkommen abweichenden Verhältnisse der Chondriten (zum mindesten als brauchbare Hypothese) ermöglichen.

Alle früheren Beobachter, die sich mit den protogenen Olivin-Pyroxenfelsknollen befassten, haben der Erscheinung des „Angegriffenseins" ihre Aufmerksamkeit gewidmet, aber schon die Wahl der Bezeichnung lässt erkennen, dass man sich über den eigentlichen Grund der Erscheinung nicht klar werden konnte. Wenn man Zusammenhängendes in seinen Extremen trennen will, so kann man wohl die beiden Arten des körnigen Angegriffenseins und des inneren „schlackigen" unterscheiden. Das erstere lässt sich dann noch ganz gut mit der Einwirkung des basaltischen Magmas durch Einschmelzen und Umkristallisation erklären. Diese Erklärung versagt aber bei der anderen Art, hier kann weder von einer Umkristallisation noch von einer magmatischen Schmelzung im gewöhnlichen Sinne die Rede sein. Der Verf. hat diese Erscheinung i. J. 1904 (Neues Jahrb. f. Min. etc.,

Beil. Bd. XVIII, pag. 486—489) beschrieben, es gelang aber kaum, sie einigermassen plausibel zu erklären. Erst weitere Untersuchungen haben Aufklärung geschaffen.

Wenn wir die Verteilung der Olivinknollen in den Basalten betrachten, so zeigt sich, dass sie keineswegs gleichmässig verteilt sind. Sie fehlen durchschnittlich in den kieselsäurereicheren Doleriten oder Trappen und treten viel häufiger in den kieselsäureärmeren dunklen Basalten und Limburgiten auf, aber auch hier in ganz unregelmässigen Mengenverhältnissen. Die Einwirkung des Magmas eines solchen dunklen Basaltes auf die protogenen Augite kann man am besten an den Einzelkörnern zersprengter Olivinfelse sehen, sie wachsen als basaltischer Augit weiter. Man wird also im allgemeinen sagen müssen, sie befinden sich mit der Schmelze im Gleichgewicht. Es sind auch die Erscheinungen des „Angegriffenseins" keineswegs in den Olivinknollen aller Basalte gleich gut zu studieren. Es zeigte sich schliesslich, dass hierzu die Vorkommen solcher Basalte ganz besonders geeignet sind, die jetzt mit so vielerlei Namen belegt werden, Nephelinbasalte, Basanite, Basanitoide, Alkalibasalte, Trachydolerite etc. Das sind unter sich recht verschiedene Gesteine; worauf es hier ankommt, ist, dass sie entweder Nephelin oder Leucit oder einen noch etwas wenig genau bekannten „Feldspat" oder neben dem gewöhnlichen Plagioklas reichliche Mengen eines farblosen Glases besitzen. Alle diese letzgenannten treten als letzte nichtidiomorphe Ausscheidung als „Füllmasse" auf, und an den gerade hier besonders starken Erscheinungen des „Angegriffenseins" zeigte sich, dass es sich dabei in der Tat um eine magmatische Einwirkung handelt, nicht eine Einwirkung der ganzen Basaltschmelze, sondern gerade dieser Komponente, die zuletzt als das farblose Mineralgemenge auskristallisiert und mit der die protogenen Augite offenbar nicht im chemischen Gleichgewicht stehen. Wie die Sache im einzelnen verläuft, lässt sich nur an der Hand von Abbildungen erläutern; dies wird in einer ausführlichen Publi-

kation geschehen. Hier interessiert uns vor allem, dass es an den Stellen des intensiven Angegriffenseins zu einer eigentümlichen Umkristallisation kommt, die auffallend an gewisse man könnte fast sagen blastische Kristallisationen in manchen Meteoriten erinnert.

Man beobachtet bei den Meteoriten vielfach ausser der ersten primären Kristallisation speziell auch der chondritischen und den Erscheinungen der mechanischen Zertrümmerung und der rein oberflächlichen Umkristallisation an der Schmelzrinde eine deutliche Umkristallisation, die man bisher am besten als Thermometamorphose und Sammelkristallisation gedeutet hat (vgl. W. A. Wahl, Beiträge zur Chemie der Meteoriten. Zeitschr. für Anorgan. Chemie. **69**. 1911. 52 ff.; H. Michel, Die Feldspate der Meteoriten. Tscherm. Min. petr. Mitt. XXXI. 1912. 563 ff.). Es ist auch wohl zweifellos, dass eine solche besonders in den silikathaltigen Eisenschmelzen sehr leicht stattfinden konnte. Es ist aber bemerkenswert, dass gerade bei den hier in Parallele gezogenen Umkristallisationen eine innige Beteiligung des farblosen Minerals stattfindet. Verf. hat daher bei seinen Studien am Berliner Material auch ganz besonders dem Auftreten dieser Substanzen seine Aufmerksamkeit gewidmet. Es stand ihm damals noch nicht die oben genannte ausserordentlich dankenswerte Arbeit von H. Michel zu Gebote, die aber ganz die gemachten Beobachtungen bestätigt. Es sind in den Meteoriten Feldspate vorhanden von sauren Gliedern bis zum Anorthit und daneben, das erscheint hier besonders wichtig, ist auch ein farbloses Glas sehr verbreitet, das den Feldspat begleitet oder ersetzt, ganz wie bei den Basalten. Wenn wir aber auch solche Kristallisationen auffinden, die wir in der Erscheinung mit jenen Umkristallisationen im angegriffenen Olivin-Pyroxenfels vergleichen können, so liegt zunächst nur eine äussere Analogie vor. Die Möglichkeit einer inneren Verwandtschaft ergibt sich erst aus dem Folgenden.

Der charakteristische Unterschied der Meteoriten von den basaltischen protogenen Ausscheidungen liegt (abgesehen von dem Eisen) in den typischen Chondren. Eine Ähnlichkeit zwischen den strahligen Kristallisationen jener Olivinknollen und gewissen strahligen Chondrenbildungen herzuleiten, wäre sehr verfehlt, man muss im Gegenteil sagen: irgendwelche typischen Anklänge an Chondrenbildung sind in diesen protogenen Ausscheidungen niemals beobachtet[1]). Dann liegt jedenfalls der Versuch nahe, die Chondrenbildung, die im wesentlichen eine strukturelle Verschiedenheit ist, mit dem durchgreifenden Hauptunterschied in Verbindung zu bringen, und dieses ist zweifellos der Eisengehalt. Man kann mit viel grösserer Sicherheit behaupten, dass es in den Olivinfelsen etc. keine Chondren gibt, als dass Meteoriten gefunden sind, in denen kein Eisen vorkommt. Jeder neue Schlift kann solches entdecken.

Zunächst lag es nahe, in den eisenführenden Basalten nach den protogenen Bildungen zu suchen. Das ist auch durch den Verf. reichlich geschehen, aber mit absolut negativem Resultat. Im Gegenteil stellte sich heraus, dass das Auftreten des grönländischen Eisens, wie vom Verf. bereits früher berichtet wurde (Sitzungsber. Berliner Akad. d. W. Physikal.-mathem. Cl. L. 1906. 857) mit irgend einem protogenen Ursprung aus der Tiefe nichts zu tun hat. Genau das gleiche ist in dem Vorkommen des Eisens im Basalt vom Bühl bei Cassel der Fall[2]). Hier ist das Eisen durch die Reduktion des Magnetkieses oder vielleicht (das lässt sich noch nicht entscheiden) primär aus Schwefelkies entstanden,

---

1) Die von F. Rinne (N. Jahrb. f. Min. etc. 1895. II. 233. Taf. VII) beschriebenen körnigen Analogien aus Basalten, wären in diesem Sinne nicht als echte Chondren zu betrachten.

2) Das Vorkommen ist von dem ursprünglichen Entdecker noch nicht bearbeitet. Der Verf. verdankt eine ganz besonders vollkommene Serie des Eisens und des begleitenden anderen Materials Herrn Professor Milde in Cassel.

der mit einer magmatischen Ausscheidung nichts zu tun hat, sondern als fremder Einschluss in den Basalt gelangt ist. Danach wären also eigentliche Chondrenbildungen zusammen mit dem terrestrischen Eisen im Basalt nicht beobachtet und man kann geneigt sein, diesen absonderlichen Bildungen auch ganz besondere Entstehungsbedingungen zuzuschreiben. Dafür wird sich keine andere Annahme besser eignen als die der Bildung als erstarrte Silikattropfen. Vgl. W. Wahl op. cit. pag. 80: „Die Entstehung der Chondren lässt sich also ganz allgemein als durch Zerstäubung von Silikatschmelzfluss innerhalb einer heissen Atmosphäre und Kristallisation der hierdurch entstandenen Tropfen von aussen nach innen zu erklären.“ Für die Struktur der kristallinen Chondrite kommt dann noch die Thermometamorphose dazu. l. c. p. 86: „Die Verfestigung und die Entstehung der kristallinen Strukturen der Chondrite lässt sich auf eine Erhitzung (Thermometamorphose) zurückführen, durch welche die Mineralsplitter und Chondren je nach der Intensität der Hitzewirkung mehr oder weniger kräftig aneinander geschweisst werden und die ursprünglich vorhandene Tuffstruktur verwischt wird.“

Von besonderem Interesse sind die künstlichen Versuche von F. Rinne (N. Jahrb. f. Min. etc. 1895. II. 233), der in der Tat durch Schmelzen und Verspratzen der entsprechenden Silikate chondrenartige Bildungen erhielt. Manche Absonderlichkeiten lassen sich wohl auch ganz befriedigend damit erklären, bei anderen, z. B. bei den Corrosionserscheinungen, bei den gekammerten sowie den Pilz- und Doppelchondren ist die Sache schwieriger. Am ersten den irdischen Bildungen verwandt sind die sphärolithischen Chondren, und C. Klein (Abhandlungen d. Königl. Preuss. Ak. d. Wiss. v. Jahre 1906. Berlin 1906, pag. 35 u. 37) legte besonderen Wert auf die sphärolithischen Chondren, die „nicht excentrisch strahlig sind, sondern radialstrahlig von einem Centrum nach allen Richtungen hin gleichmässig ausstrahlen und echte Sphärolithe darstellen“ . . . . „Infolgedessen stellt sich die

Chondrenstruktur nicht als etwas Besonderes, sondern auf der Erde längst Bekanntes dar. Danach besteht kein Gegensatz zwischen den ausserirdischen und den irdischen Gesteinen.“ F. Berwerth bemerkt dazu (Fortschritte d. Mineralogie, 3. Bd. Jena 1913. 250): „Von anderer Seite ist diese Anschauung nicht bestätigt worden.“ In der Tat bilden die echt sphärolithischen Chondren, die in den sphärolithischen irdischen Gesteinen ihre Analogie haben, nur einen kleinen Teil; man kann die irdischen Analogien noch erweitern, indem man auch die dendritisch-variolitischen Bildungen hinzunimmt, wie sie z. B. vom Verfasser (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil. Bd. XVIII. 1904. Taf. XLI Fig. 14—16) aus dem Dolerit von Ofleiden beschrieben sind. Es bleiben aber immer nur einzelne Analogien und gerade die charakteristischen Chondrengebilde sind den irdischen Gesteinen fremd.

Für die Existenzfähigkeit des gediegenen Eisens im Silikatschmelzfluss kommt, wie W. Wahl (op. cit.) nachweist, einmal ein Mangel an Sauerstoff und die geringe Bildungswärme der Sauerstoffverbindung des Eisens gegenüber denen der anderen begleitenden Elemente in Betracht. Auch das entsprechende Sulfid des Eisens hat eine geringere Bildungswärme. So kommt es, dass sich im Basalt vom Bühl z. B. das gediegene Eisen auch neben partiell eingeschmolzenen Quarzeinschlüssen erhalten kann. Es reagiert weder mit diesen noch mit den anderen Silikaten. Wir haben es also im schmelzflüssigen Zustand mit zwei Schmelzen zu tun, die sich miteinander nicht mischen. Das ist auch bei dem grönländischen Eisen der Fall. Das Eisen erstarrt zuletzt. In dem Basalt von Uifak hat auf dieses Verhältnis schon W. Wahl (Tscherm. Min. Mitt. 26. 1907. 61) hingewiesen: „Wie aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtlich, hat der Silikatanteil unbehindert von dem Metallteile des Gesteins krystallisiert; er hat sich wie innerhalb der

Hohlräume eines Schwammes, dessen Gerüst der metallische Anteil war, verfestigt. Aber zur Zeit der Verfestigung der zwischenliegenden Silikatmasse muss das Metallgerüst noch selbst flüssig gewesen sein, denn die Silikate sind dem Metall gegenüber scharf idiomorph ausgebildet und hierdurch erhielten die Eisenteile ihre zackige Begrenzung. Es hat folglich das Magma, aus dem der Siderolith hervorging, vor dem Erstarren aus einem inhomogenen Gemische zweier Flüssigkeiten bestanden, die sich noch nicht entmischt hatten und von denen die eine aus den Plagioklas- und Pyroxensilikaten, die andere aus flüssigem Metall und Metallverbindungen zusammengesetzt war."

Die beiden nicht mischbaren Flüssigkeiten bilden eine Emulsion und deren Charakter wird ganz von dem Mengenverhältnis der beiden Komponenten abhängen. Die Masse des basaltischen Eisens im Verhältnis zur Basaltschmelze ist gering. Andererseits werden wir aber, wenn wir uns einmal alle Meteoriten am Orte ihres Ursprungs als gemeinsames Magma vorstellen, hier gerade das Umgekehrte annehmen müssen. Nehmen wir noch an, dass sich die ganze Masse in lebhafter Bewegung befindet, so dass eine Trennung nach dem spezifischen Gewicht nicht stattfinden kann, so erhalten wir das Bild einer Eisenschmelze, in der viele kleine Tröpfchen des Silikatschmelzflusses regellos verteilt sind. Sinkt jetzt die Temperatur bis zur Kristallisation der Silikate, so erhalten wir auch hier nichts anderes als die Kristallisation von Silikattropfen, die aber nicht durch eine heisse Atmosphäre zu fliegen brauchen, sondern deren Kristallisation sich je nach dem Temperaturverlaufe langsamer oder schneller vollziehen kann. Es scheint, dass diese Hypothese manches für sich hat oder zum mindesten der Erwägung wert ist. Die chondritische Tuffstruktur wird durch eine nachträgliche Explosion, bei der sich auch eine spezifische Trennung der leichteren festen Chondren von dem Eisen vollziehen muss,

zwanglos erklärt, und ebenso lässt sich die körnig-chondritische Struktur durch eine spezifische Trennung in der Eisenschmelze selbst erklären, soweit wir sie nicht einer späteren Umkristallisation zuzuschreiben haben.

Bei der Trennung in der Schmelze brauchen wir auch nicht eine vorherige völlige Erstarrung des Silikatschmelzflusses anzunehmen, sondern es kann der zuletzt erstarrende Gemengteil noch flüssig sein. Da dieser auch bei den Meteoriten meist der Feldspat oder das Glas ist, so können wir nun hier versuchen, die oben auf Seite 136 angedeutete Verwandtschaft zwischen den Erstarrungsverhältnissen der Meteoriten und den aus den Olivinknollen beschriebenen Erscheinungen zu konstruieren. Jede Bewegung in dem die Silikattropfen einschliessenden flüssigen Eisen kann bereits erstarrte Magnesiasilikatpartien mit noch flüssiger feldspatreicherer Schmelze in Berührung bringen. Manche Resorptionsvorgänge und Umkristallisationen, sowohl in den einzelnen Chondren wie in den körnigen Chondriten lassen sich ganz gut auf diese Weise deuten. Eine Thermometamorphose und Sammelkristallisation kann dann daneben stattfinden.

Selbstverständlich sind alle diese Annahmen rein hypothetisch, nicht weniger wie manche andere auch. Sie sind aber auf gute Gründe gestützt und in einer so schwierigen Materie wie der der Meteoriten muss jeder neue Versuch einer Erklärung willkommen sein. Die Vergleichung der beobachteten Erscheinungen mit dieser Annahme wird über die Frage nach ihrer Berechtigung entscheiden.

In der Wahlsitzung wurde Herr Geh. Rat Prof. Dr. von Auwers zum ordentlichen Mitglied, die Herren Professor Dr. Hürter, Prof. Dr. Kirchheim und Herr Privatdozent Dr. Rohmer zu ausserordentlichen Mitgliedern gewählt.

In der Sitzung vom 7. Mai 1913 sprach Herr Arthur Schwantke über:

Die erweiterte Dreiecksprojektion zur Darstellung von Gesteinsanalysen. Zweite Methode mit Konstanz des inneren Dreiecks.

In der Sitzung vom 14. August 1912 dieser Gesellschaft (Sitzungsber. 1912, pag. 67 ff.) wurde über eine graphische Darstellung von Gesteinsanalysen berichtet, die eine Erweiterung der bisherigen Dreiecksprojektion ermöglicht und darauf beruht, dass zwei gleichseitige Dreiecke ineinander gestellt werden, derart, dass das kleinere im Innern des grösseren mit stets parallel bleibenden Seiten beliebig verschiebbar ist. Es ändern sich dadurch die Abstände der sich entsprechenden Seiten und jede Lage des inneren Dreiecks ist durch die drei Grössen dieser Abstände eindeutig bestimmt. Die gesamte Höhe des äusseren Dreiecks ist gleich der Summe dieser drei Abstände plus der Höhe des inneren Dreiecks, die ihrerseits wieder durch die Summe der drei Lote von irgend einem Punkte aus entsprechend der gewöhnlichen Dreiecksprojektion ersetzt werden kann, so dass sich auf diese Weise sechs unabhängige Grössen einer Analyse darstellen lassen.

Drei davon verteilen sich auf das innere und drei auf das äussere Dreieck. Mit der variablen Summe je der drei Grössen wechselt die Grösse beider Dreiecke. Zum Vergleich mehrerer Analysen ist es notwendig, dass die Grösse des einen der beiden Dreiecke konstant bleibt. Es ist dann für jede Analyse noch die zahlenmässige Angabe der Länge der anderen Höhe erforderlich, da sie sich bei der Verwendung von sechs Grössen aus der Projektion mit zwei Punkten nicht ablesen lässt. Dies ist jedoch der Fall, wenn einer der beiden Abstände im äusseren Dreieck $= 0$ ist, d. h. wenn sich das innere Dreieck nur längs einer Seite des äusseren verschiebt, wenn also nur fünf Grössen einer Analyse darzustellen sind, die petrographisch gut entsprechen $Na + K$, Ca, $Mg + Fe$ im inneren, Al_2O_3, SiO_2 im äusseren Dreieck.

Wir haben dann zwei Möglichkeiten. Entweder die Grösse des äusseren Dreiecks bleibt konstant (gleich der Summe 100 der Analyse). Dieser Fall wurde in der früheren Mitteilung dargestellt. Man kann aber auch zweitens (wie bei der Projektion nach Osann üblich) die Summe des inneren Dreiecks konstant, etwa wie sich dort bewährt hat gleich 20, setzen. Dann richtet sich die Höhe des äusseren Dreiecks nach dem Verhältnis der Summe der Basen zu der Summe von $Al_2O_3 + SiO_2$ und bei Analysen, die sehr reich sind an einem oder beiden der letzteren, wird die Höhe dann im Verhältnis zur Höhe des kleinen Dreiecks sehr gross. Wenn wir also zum Vergleich mehrerer Analysen das innere Dreieck konstant nehmen und die Analysen darstellen durch den Basenpunkt $(Na_2O + K_2O) + CaO + (MgO + FeO)$ im Innern des kleinen Dreiecks und den Mittelpunkt des äusseren grösseren Dreiecks (der bei den meisten Gesteinen ausserhalb fällt), so wird der Mittelpunkt des grossen Dreiecks mit wachsendem Gehalt an Al_2O_3 und SiO_2 von dem konstanten Dreieck der Projektion abrücken (ähnlich wie die Pole steiler Pyramiden in gnomonischer Projektion). Für reine Kiesel- oder Tongesteine ist diese Projektion also nicht recht geeignet. In den

meisten Fällen kann man aber mit Vorteil von ihr Gebrauch machen.

Die Berechnung und Konstruktion ist sehr einfach (namentlich wenn man schon die Osann'sche Projektion mit $Na_2O + K_2O + CaO + MgO + FeO = 20$ so wie so berechnet hat). Die bezeichnete Summe der Basen ist konstant $h = a + c + f = 20$ (entsprechend der Bezeichnung von Osann, aber $a = Na_2O + K_2O$, $c = CaO$, $f = MgO + FeO$). In diesem Verhältnis sind dann die der Summe 100 der Analyse entsprechenden Werte $S = SiO_2 + TiO_2$ und $T = Al_2O_3$ umzurechnen in s und t, sodass dann die Höhe des grossen Dreiecks ist $= h + s + t = H$. Die Koordinaten für den Mittelpunkt des grossen Dreiecks bezogen auf das konstante innere Dreieck sind dann $u = \frac{H}{3} - s$; $v = \frac{H}{3} - t$; $w = \frac{H}{3}$ (bei sechs Grössen $w = \frac{H}{3} - r$). Es ist dann bei fünf Grössen jede Analyse eindeutig durch die beiden Punkte und das Dreieck der Projektion dargestellt, denn das Lot vom Mittelpunkte des grossen Dreiecks auf die der Seite $R = O$ entsprechende Seite gibt genau die Grösse $\frac{H}{3}$. Zweckmässig werden auch hier die Projektionswerte auf 0.5 abgerundet. Da die Grösse des inneren Dreiecks nicht zu gross genommen werden kann, so empfiehlt es sich, namentlich zum Vergleich mit der Osann'schen Projektion das kleine Dreieck mit den Basenpunkten noch in vergrössertem Maßstabe daneben zur Darstellung zu bringen.

Die beigegebenen Tafeln 1 bis 5 enthalten dieselben Analysen nach dieser Methode dargestellt, die in der früheren Mitteilung nach der anderen Art mit Konstanz des äusseren Dreiecks gegeben wurden. Die Tiefengesteine [Tafel 3] nach H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, III. Auflage, die kristallinen Schiefer nach U. Grubenmann, Die kristallinen Schiefer, 2. Aufl., 1910.

I. Granit (Rosenbusch, pag. 88).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	17.5	11.0	15.5	7.5	9.0	9.5	10.5	12.0	14.5	9.5
c	2.5	4.5	2.5	4.5	7.0	2.5	6.0	4.5	2.0	5.5
f	0.0	4.5	2.0	8.0	4.0	8.0	3.5	3.5	3.5	5.0
H	247.5	150.0	220.5	133.5	153.0	127.5	154.5	177.0	217.5	190.5
u	—120.5	—63.0	—107.0	—59.5	—66.0	—52.0	—66.0	—81.5	—103.5	—89.0
v	58.0	33.0	53.5	35.0	35.0	29.5	34.5	42.5	51.0	45.5
w	82.5	50.0	73.5	44.5	51.0	42.5	51.5	59.0	72.5	63.5

II. Syenit (pag. 121).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	7.0	5 0	fehlt	5.0	6.0	8.0	7.0	10.5	5.0	5.5
c	4.5	3.0		5.5	4.5	6.0	5.0	4.0	5.5	7.0
f	8.5	12.0		9.5	9.5	6.0	8.0	5.5	9.5	7.5
H	97.5	81.0		78.0	87.0	121.5	85.5	126.0	96.0	78.0
u	—33.5	—26.0		—22.5	—28.5	—43.0	—28.5	—49.5	—34.5	—20.5
v	21.0	19.0		16.5	19.5	22.5	20.0	27.5	22.5	14.5
w	32.5	27.0		26.0	29.0	40.5	28.5	42.0	32.0	26.5

III. Diorit (pag. 166. 167).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	8.0	8.5	5.0	3.5	6.0	4.5	4.0	3.5	4.0	8.5
c	6.0	5.5	8.5	7.0	6.0	6.0	7.5	5.0	6.0	5.5
f	6.0	6.0	6.5	9.5	8.0	9.5	8.5	11.5	10.0	6.0
H	157.5	135.0	91.5	84.0	108.0	93.0	94.5	67.5	67.5	145.5
u	—66.0	—55.0	—28.0	—26.0	—39.5	—30.5	—28.5	—17.5	—18.0	—62.0
v	33.5	30.0	17.5	18.0	23.5	19.5	17.0	15.0	15.5	33.5
w	52.5	45.0	30.5	28.0	36.0	31.0	31.5	22.5	22.5	48.5

IV. Gabbro (pag. 180).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	4.0	1.5	2.5	1.5	1.5	1.0	2.0	1.0	1.0	2.5
c	8.5	6.5	9.5	10.0	7.5	9.5	9.5	8.5	7.5	7.5
f	7.5	12.0	8.0	8.5	11.0	9.5	8.5	10.5	11.5	10.0
H	78.0	60.0	67.5	69.0	60.0	58.5	70.5	51.0	52.5	67.5
u	—21.0	—13.5	—14.5	—12.0	—11.0	—11.0	—16.0	—5.5	—9.0	—15.0
v	15.0	13.5	12.0	9.0	11.0	11.5	12.5	8.5	11.5	12.5
w	26.0	20.0	22.5	23.0	20.0	19.5	23.5	17.0	17.5	22.5

Grubenmann I. Gruppe. Alkalifeldspatgneise. Tafel 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	11.5	12.2	12.2	11.2	15.1	14.1	8.0	6.7	10.1	13.4	9.7	8.2	11.4	6.8	12.2	10.2	10.5	12.1
c	3.2	2.3	2.0	3.2	1.3	2.0	5.3	3.2	2.5	0.4	3.8	3.0	0.8	1.7	3.9	1.8	1.8	1.2
f	5.3	5.5	5.8	5.6	3.6	3.9	6.7	10.1	7.4	6.2	6.5	8.8	7.8	11.5	3.9	8.0	7.7	6.7
s	134.9	98.8	134.0	77.6	154.8	112.3	99.4	67.9	109.7	113.5	117.8	113.5	134.0	133.5	140.5	134.3	94.8	136.0
t	15.0	12.9	15.4	19.3	14.0	21.3	12.1	10.2	12.3	30.2	13.8	10.2	15.2	12.8	16.5	12.3	10.9	16.4
H	169.9	131.7	169.4	116.9	188.8	153.6	131.5	98.1	142.0	363.7	151.6	143.7	169.2	166.3	177.0	166.6	125.7	172.4

Abgerundete Projektionswerte.

a	11.5	12.0	12.0	11.5	15.0	14.0	8.0	7.0	10.0	13.5	9.5	8.0	11.5	7.0	12.0	10.0	10.5	12.0
c	3.0	2.5	2.0	3.0	1.5	2.0	5.5	3.0	2.5	0.5	4.0	3.0	1.0	1.5	4.0	2.0	2.0	1.0
f	5.5	5.5	6.0	5.5	3.5	4.0	6.5	10.0	7.5	6.0	6.5	9.0	7.5	11.5	4.0	8.0	7.5	7.0
u	−78.0	−55.0	−77.5	−38.5	−92.0	−61.0	−55.5	−35.0	−62.5	−192.0	−67.0	−65.5	−77.5	−78.0	−81.5	−78.5	−53.0	−78.5
v	41.5	31.0	41.0	19.5	49.0	30.0	31.5	22.5	35.0	91.0	36.5	37.5	41.0	42.5	42.5	43.0	31.0	41.0
w	56.5	44.0	56.5	39.0	63.0	51.0	44.0	32.5	47.5	121.0	50.5	48.0	56.5	55.5	59.0	55.5	42.0	57.5

Grubenmann II. Gruppe. Tonerdesilikatgneise. Tafel 2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	6.7	6.0	5.5	6.9	3.7	3.1	7.1	8.2	4.7	6.5	6.2	4.8	3.7	7.8	5.6	5.1	6.5	5.5
c	2.3	0.6	2.1	1.2	1.1	4.0	1.5	2.7	2.8	1.8	0.4	1.7	1.9	1.8	2.3	2.3	0.6	0.7
f	11.0	13.4	12.4	11.9	15.2	12.9	11.4	9.1	12.5	11.7	13.4	13.5	14.4	10.4	12.1	12.6	12.9	13.8
s	91.6	86.1	75.0	78.1	98.3	61.2	113.0	63.8	44.5	112.0	143.0	68.3	37.6	94.4	83.0	58.5	68.6	67.5
t	14.9	21.4	22.0	12.9	15.9	10.6	19.8	17.7	13.4	16.0	15.6	12.3	14.2	15.6	18.2	16.3	27.7	20.0
H	126.5	127.5	117.0	111.0	134.2	91.8	152.8	101.5	77.9	148.0	178.6	100.6	71.8	130.0	121.2	94.8	116.3	107.5

Abgerundete Projektionswerte.

a	6.5	6.0	5.5	7.0	3.5	3.0	7.0	8.5	4.5	6.5	6.0	5.0	3.5	7.5	5.5	5.0	6.5	5.5
c	2.5	0.5	2.0	1.0	1.0	4.0	1.5	2.5	3.0	2.0	0.5	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	0.5	0.5
f	11.0	13.5	12.5	12.0	15.5	13.0	11.5	9.0	12.5	11.5	13.5	13.5	14.5	10.5	12.0	12.5	13.0	14.0
u	−49.5	−43.5	−36.0	−41.0	−53.5	−30.5	−62.0	−30.0	−18.5	−62.5	−83.5	−34.5	−13.5	−51.0	−42.5	−27.0	−30.0	−31.5
v	27.5	21.0	17.0	24.0	29.0	20.0	31.0	16.0	12.5	33.5	44.0	21.0	9.5	27.5	22.0	15.5	11.0	16.0
w	42.0	42.5	39.0	37.0	44.5	30.5	51.0	34.0	26.0	49.0	59.5	33.5	24.0	43.5	40.5	31.5	39.0	35.5

Grubenmann III. Gruppe. Kalknatronfeldspatgneise. Tafel 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	2.4	3.2	3.4	5.5	3.4	3.3	5.2	4.9	5.3	5.8	4.4	5.3	3.6	6.1	3.4	7.0	5.6	7.6
c	6.1	11.6	9.7	5.4	6.5	6.5	6.1	4.9	7.2	5.8	6.1	4.7	3.2	3.6	6.3	5.0	4.9	4.2
f	11.5	5.2	6.9	9.1	10.1	10.2	8.7	10.2	7.5	8.4	9.5	10.0	13.2	10.3	10.3	8.0	9.5	8.2
s	51.2	60.0	39.2	48.7	33.5	45.0	64.6	40.9	73.9	72.4	52.5	48.8	33.6	77.0	49.8	135.0	59.9	87.0
t	7.2	9.4	5.8	8.3	7.5	7.7	11.2	9.6	11.8	11.7	10.3	9.2	9.9	14.9	10.9	11.7	12.6	13.5
H	78.4	89.4	65.0	77.0	61.0	72.7	95.8	70.5	105.7	1041	82.8	78.0	63.5	111.9	80.7	166.7	92.5	120.5

Abgerundete Projektionswerte.

a	2.5	3.0	3.5	5.5	3.5	3.5	5.0	5.0	5.5	6.0	4.5	5.5	3.5	6.0	3.5	7.0	5.5	7.5
c	6.0	11.5	9.5	5.5	6.5	6.5	6.0	5.0	7.0	6.0	6.0	4.5	3.0	3.5	6.5	5.0	5.0	4.0
f	11.5	5.5	7.0	9.0	10.0	10.0	9.0	10.0	7.5	8.0	9.5	10.0	13.5	10.5	10.0	8.0	9.5	8.5
u	−25.0	−30.0	−17.5	−23.0	−13.0	−20.5	−32.5	−17.5	−38.5	−37.5	−25.0	−23.0	−12.5	−39.5	−23.0	−79.5	−29.0	−46.5
v	19.0	20.5	16.0	17.5	12.5	16.5	20.5	14.0	23.5	23.0	17.5	17.0	11.5	22.5	16.0	44.0	18.0	26.5
w	26.0	29.5	21.5	25.5	20.5	24.0	32.0	23.5	35.0	34.5	27.5	26.0	21.0	37.0	27.0	55.5	31.0	40.0

Grubenmann IV. Gruppe. Eklogite und Amphibolite. Tafel 2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	1.6	1.7	1.8	1.6	1.8	2.4	2.5	2.3	2.7	0.3	2.1	1.6	1.0	1.7	2.7	1.8	1.3	1.8
c	9.3	6.3	6.6	5.9	8.0	6.2	6.5	5.7	7.1	8.2	6.8	4.1	7.7	4.2	4.8	7.3	6.8	8.4
f	9.1	12.0	11.6	12.5	10.2	11.4	11.0	12.0	10.2	11.5	11.1	14.3	11.3	14.1	12.5	10.9	11.9	9.8
s	34.0	24.3	24.4	22.3	27.1	29.2	31.6	28.6	42.0	23.0	23.0	31.4	19.8	29.4	28.5	29.0	26.7	28.7
t	5.4	4.7	5.5	4.0	5.4	4.5	7.1	4.9	9.0	4.0	4.8	5.5	5.2	3.6	5.9	7.4	5.2	6.2
H	59.4	49.0	49.9	46.3	52.5	53.7	58.7	53.5	71.0	47.0	47.8	56.9	45.0	53.0	54.4	56.4	51.9	54.9

Abgerundete Projektionswerte.

a	1.5	1.5	2.0	1.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	0.5	2.0	1.5	1.0	1.5	2.5	2.0	1.5	2.0
c	9.5	6.5	6.5	6.0	8.0	6.0	6.5	5.5	7.0	8.0	7.0	4.0	7.5	4.5	5.0	7.0	6.5	8.5
f	9.0	12.0	11.5	12.5	10.0	11.5	11.0	12.0	10.5	11.5	11.0	14.5	11.5	14.0	12.5	11.0	12.0	9.5
u	−14.5	−8.0	−7.5	−7.0	−9.5	−11.5	−12.0	−11.0	−18.5	−7.5	−7.0	−12.5	−5.0	−11.5	−10.5	−10.5	−9.5	−10.5
v	14.5	11.5	11.0	11.5	12.0	13.5	12.5	13.0	14.5	11.5	11.0	13.5	10.0	14.0	12.5	11.5	12.0	12.0
w	20.0	16.5	16.5	15.5	17.5	18.0	19.5	18.0	24.0	16.0	16.0	19.0	15.0	17.5	18.0	19.0	17.5	18.5

Grubenmann V. Gruppe. Magnesiumsilikatschiefer. Tafel 3.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	—	—	—	0.7	—	0.3	—	—	—	—	0.4	—	—	—	—	0.5	—	—
c	0.3	1.0	0.1	0.8	4.2	4.5	4.9	4.1	5.1	0.9	—	1.4	—	0.9	0.7	0.6	—	0.5
f	19.7	19.0	19.9	18.5	15.8	15.2	15.1	15.9	14.9	19.1	19.6	18.6	20.0	19.1	19.3	18.9	20.0	19.5
s	11.5	12.7	10.6	23.3	16.4	20.3	22.4	19.2	20.6	24.2	16.6	13.3	9.0	13.2	23.1	20.1	13.7	11.6
t	0.2	0.6	0.1	3.5	1.4	0.5	0.2	0.5	0.3	2.4	9.0	2.8	0.9	1.1	0.1	1.0	0.5	0.5
H	31.7	33.3	30.7	46.8	37.8	40.8	42.6	39.7	40.9	46.6	45.6	36.1	29.9	34.3	43.2	41.1	34.2	32.1

Abgerundete Projektionswerte.

a	—	—	—	0.5	—	0.5	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	0.5	—	—
c	0.5	1.0	—	1.0	4.0	4.5	5.0	4.0	5.0	1.0	—	1.5	—	1.0	0.5	0.5	—	0.5
f	19.5	19.0	20.0	18.5	16.0	15.0	15.0	16.0	15.0	19.0	19.5	18.5	20.0	19.0	19.5	19.0	20.0	19.5
u	—1.0	—1.5	0.0	—7.5	—4.0	—6.5	—8.0	—6.0	—7.0	—8.5	—1.5	—1.5	1.0	—2.0	—8.5	—6.5	—2.5	—1.0
v	10.5	10.5	10.0	12.0	11.5	13.0	14.0	13.0	13.5	13.0	6.0	9.5	9.0	10.5	14.0	12.5	11.0	10.0
w	10.5	11.0	10.0	15.5	12.5	13.5	14.0	13.0	13.5	15.5	15.5	12.0	10.0	11.5	14.5	14.0	11.5	11.0

Grubenmann VI. Gruppe. Jadeitgesteine. Tafel 4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	18.3	10.8	13.6	12.0	16.5	15.3	9.2	14.4	8.8	17.2	11.6	8.2
c	1.0	2.8	2.0	3.7	0.7	0.4	1.7	1.2	2.5	0.8	0.6	3.3
f	0.7	6.4 [1])	4.4	4.3	2.8	4.3	9.1	4.4	8.7	2.0	7.8	8.5
s	79.7	50.4	65.5	58.3	76.5	99.2	61.6	163.5	90.6	103.3	68.4	61.2
t	20.8	10.6	15.0	12.5	15.9	14.1	8.4	14.5	9.8	16.6	9.7	10.4
H	120.5	81.0	100.5	90.8	112.4	133.3	90.0	198.0	120.4	139.9	98.1	91.6

Abgerundete Projektionswerte.

a	18.5	10.5	13.5	12.0	16.5	15.0	9.5	14.5	9.0	17.0	11.5	8.0
c	1.0	3.0	2.0	3.5	0.5	0.5	1.5	1.0	2.5	1.0	0.5	3.5
f	0.5	6.5	4.5	4.5	3.0	4.5	9.0	4.5	8.5	2.0	8.0	8.5
u	—39.5	—23.5	—32.0	—28.0	—39.0	—54.5	—31.5	—97.5	—50.5	—56.5	—35.5	—30.5
v	19.5	16.5	18.5	18.0	21.5	30.0	21.5	51.5	30.5	30.0	23.0	20.0
w	40.0	27.0	33.5	30.0	37.5	44.5	30.0	66.0	40.0	46.5	32.5	30.5

1) in der ersten Mitteilung (Sitzungsber. Marburg 1912) lies hier F = 7.9 statt 7.8.

Grubenmann VII. Gruppe. Chloromelanitgesteine. Tafel 4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	7.6	4.1	3.9	2.8	5.3	5.6	4.4	5.5	4.6	fehlt	4.1	2.8
c	3.6	6.9	7.5	8.0	4.5	4.3	4.6	1.7	3.4		4.0	4.0
f	8.8	9.0	8.6	9.2	10.2	10.1	11.0	12.8	12.0		11.9	13.2
s	37.3	29.7	33.6	30.5	31.7	31.5	31.3	38.3	36.5		31.4	28.6
t	5.3	3.1	2.8	3.2	3.3	6.5	5.9	6.8	6.0		4.8	4.2
H	62.6	52.8	56.4	53.7	55.0	58.0	57.2	65.1	62.5		56.2	52.8

Abgerundete Projektionswerte.

a	7.5	4.0	4.0	3.0	5.5	5.5	4.5	5.5	4.5		4.0	3.0
c	3.5	7.0	7.5	8.0	4.5	4.5	4.5	1.5	3.5		4.0	4.0
f	9.0	9.0	8.5	9.0	10.0	10.0	11.0	13.0	12.0		12.0	13.0
u	—16.5	—12.0	—15.0	—12.5	—13.5	—12.0	—12.0	—16.5	—15.5		—12.5	—11.0
v	15.5	14.5	16.0	14.5	15.0	13.0	13.0	15.0	15.0		14.0	13.5
w	21.0	17.5	19.0	18.0	18.5	19.0	19.0	21.5	20.5		18.5	17.5

Grubenmann VIII. Gruppe. Quarzitgesteine. Tafel 5.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	9.3	7.6	9.1	2.5	8.75	9.2	8.4	1.9	2.7	7.4	4.1	—
c	1.1	2.6	2.7	0.6	2.50	4.2	—	—	8.5	2.3	1.6	0.6
f	9.6	9.8	8.2	16.9	8.75	6.6	11.6	18.1	8.8	10.3	14.3	19.4
s	186.6	203.5	269.5	157.0	590.0	218.0	167.4	618.0	87.4	534.0	176.0	164.0
t	11.0	15.1	14.0	17.3	15.6	25.0	12.6	7.0	3.8	18.9	8.5	10.1
H	217.6	238.6	303.5	194.3	625.6	263.0	200.0	645.0	111.2	572.9	204.5	194.1

Abgerundete Projektionswerte.

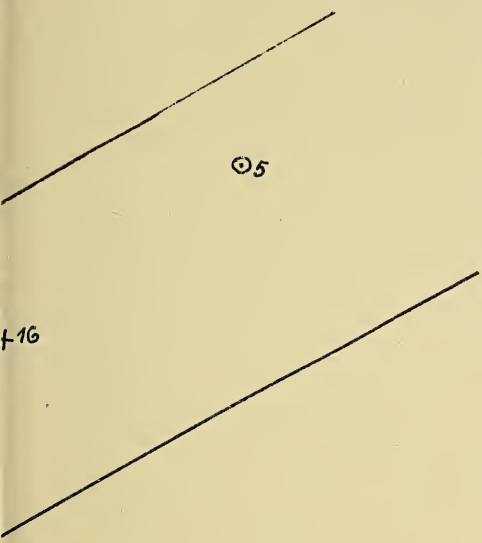
a	9.5	7.5	9.0	2.5	9.0	9.5	8.5	2.0	2.5	7.5	4.0	—
c	1.0	2.5	2.5	0.5	2.0	4.0	—	—	8.5	2.5	1.5	0.5
f	9.5	10.0	8.5	17.0	9.0	6.5	11.5	18.0	9.0	10.0	14.5	19.5
u	—114.0	—124.0	—168.0	—92.5	—381.5	—130.0	—100.5	—403.0	—50.5	—343.0	—107.5	—99.0
v	61.5	64.5	87.0	47.5	193.0	62.5	54.0	208.0	33.5	172.0	59.5	54.5
w	72.5	79.5	101.0	65.0	208.5	87.5	66.5	215.0	37.0	191.0	68.0	64.5

Grubenmann IX. Gruppe. Kalksilikatgesteine. Tafel 5.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	—	—	1.1	—	1.8	1.0	1.7	0.3	0.2	0.3	1.3	1.6
c	8.5	16.5	13.3	16.4	14.0	17.3	13.0	14.4	11.9	12.9	17.5	14.2
f	11.5	3.5	5.6	3.6	4.2	1.7	5.3	5.3	7.9	6.8	1.2	4.2
s	21.0	31.6	28.8	15.8	34.0	15.6	34.2	12.0	24.6	53.3	41.1	22.2
t	—	3.6	7.7	4.3	4.9	1.0	6.6	1.4	5.9	6.2	1.4	4.6
H	41.0	55.2	56.5	40.1	58.9	36.6	60.8	33.4	50.5	79.5	62.5	46.8

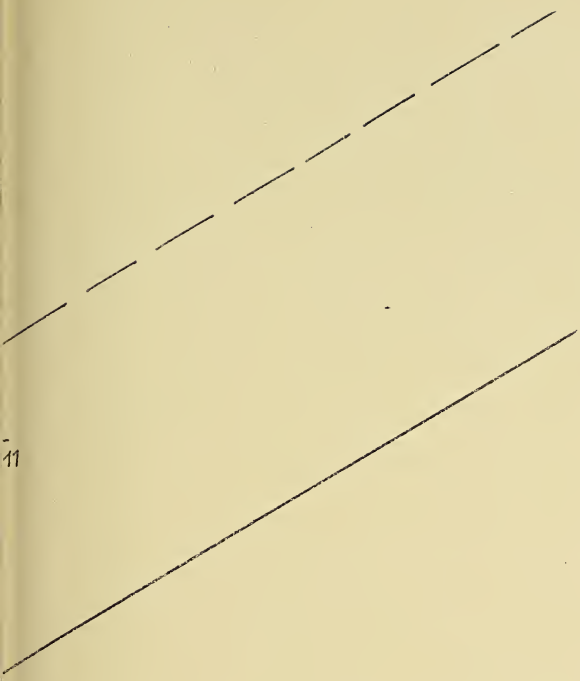
Abgerundete Projektionswerte.

a	—	—	1.0	—	2.0	1.0	1.5	0.5	—	0.5	1.5	1.5
c	8.5	16.5	13.5	16.5	14.0	17.5	13.0	14.5	12.0	13.0	17.5	14.5
f	11.5	3.5	5.5	3.5	4.0	1.5	5.5	5.0	8.0	6.5	1.0	4.0
u	—7.0	—13.0	—10.0	—2.5	—14.5	—3.5	—14.0	—1.0	—8.0	—27.0	—20.5	—6.5
v	13.5	14.5	11.0	9.0	15.0	11.0	13.5	10.0	11.0	20.5	19.5	11.0
w	13.5	18.5	19.0	13.5	19.5	12.5	20.5	11.0	17.0	26.5	21.0	15.5


⊙5
+16

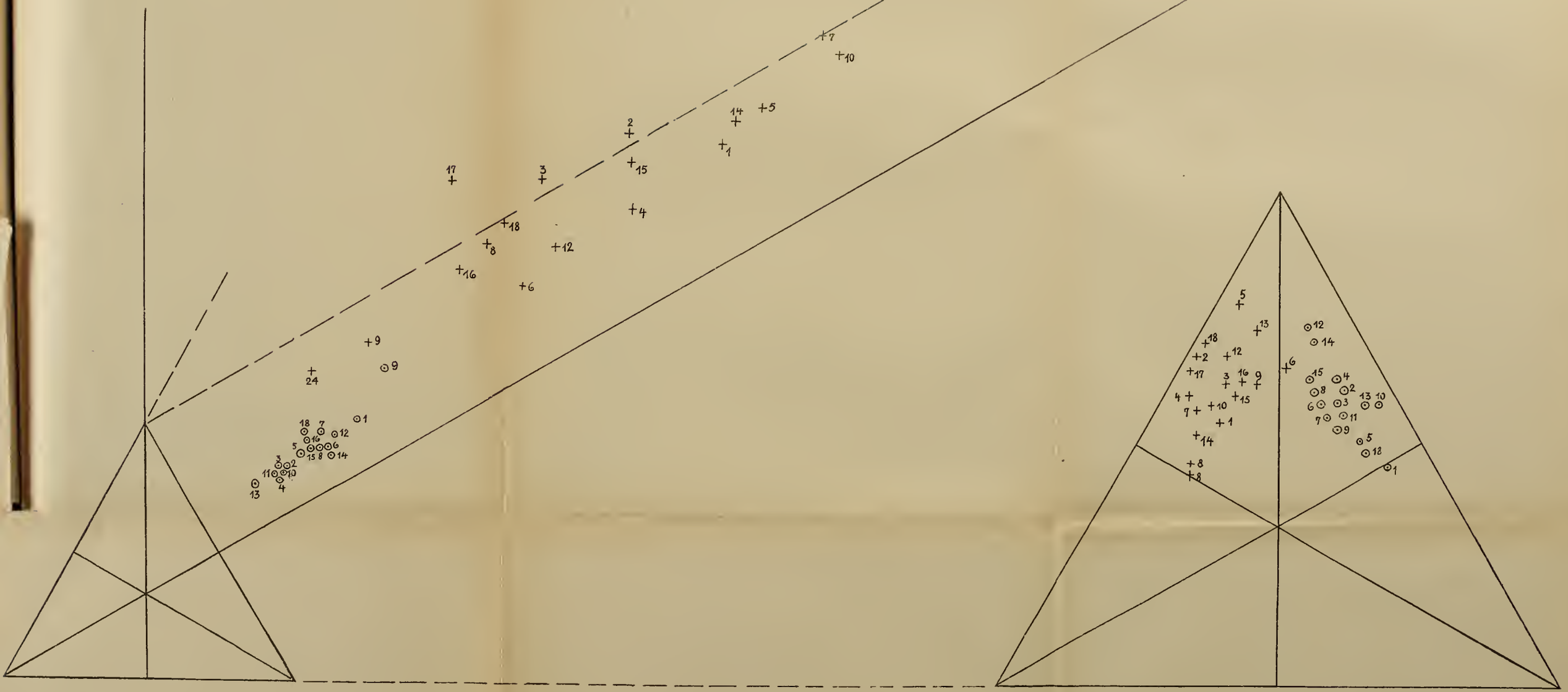
Tafel 1

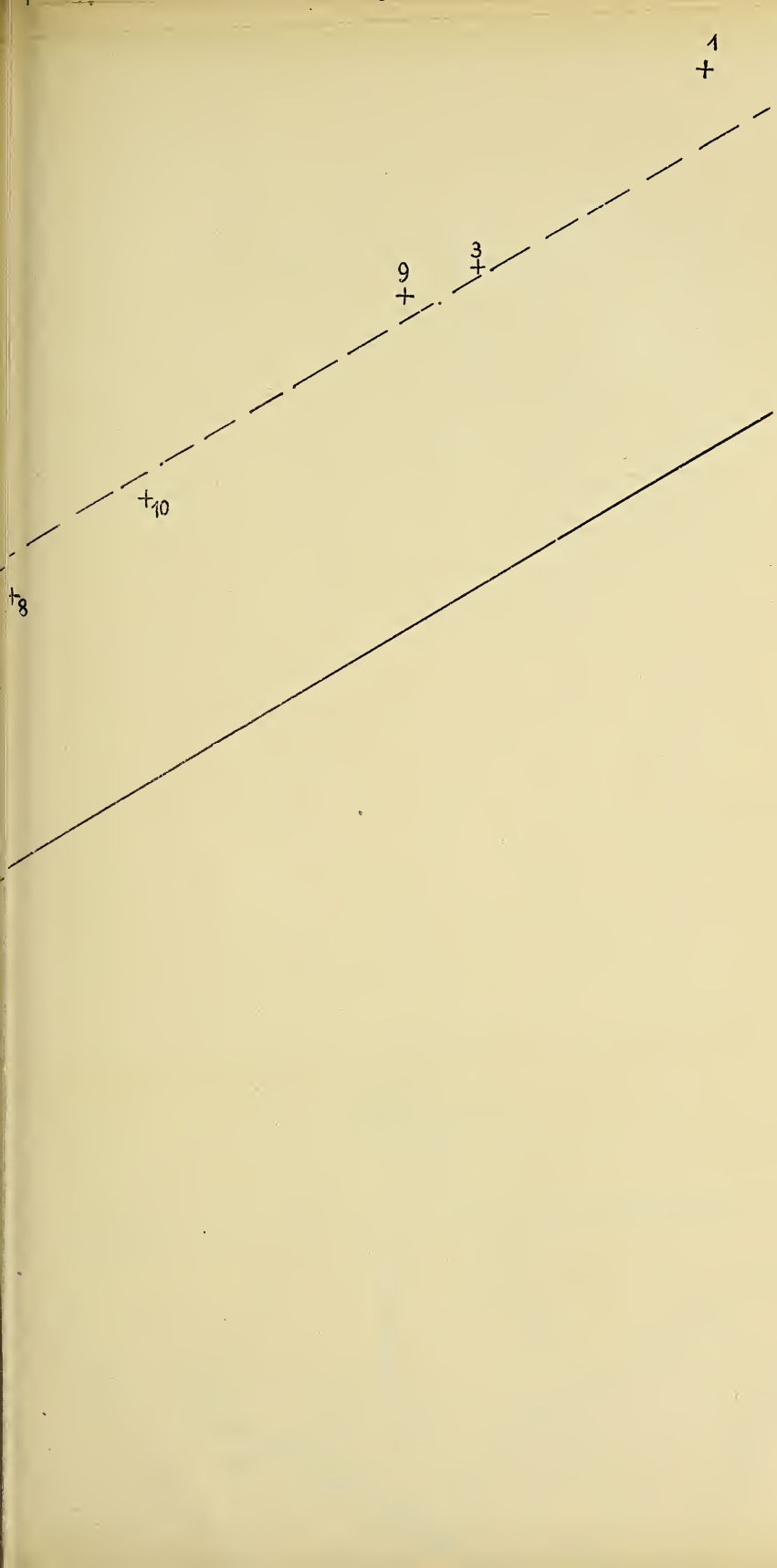
Grubenmann Gruppe I ⊙ und III +



Tafel 2

Grubenmann Gruppe II+ und IV⊙




1
3
9
10
8

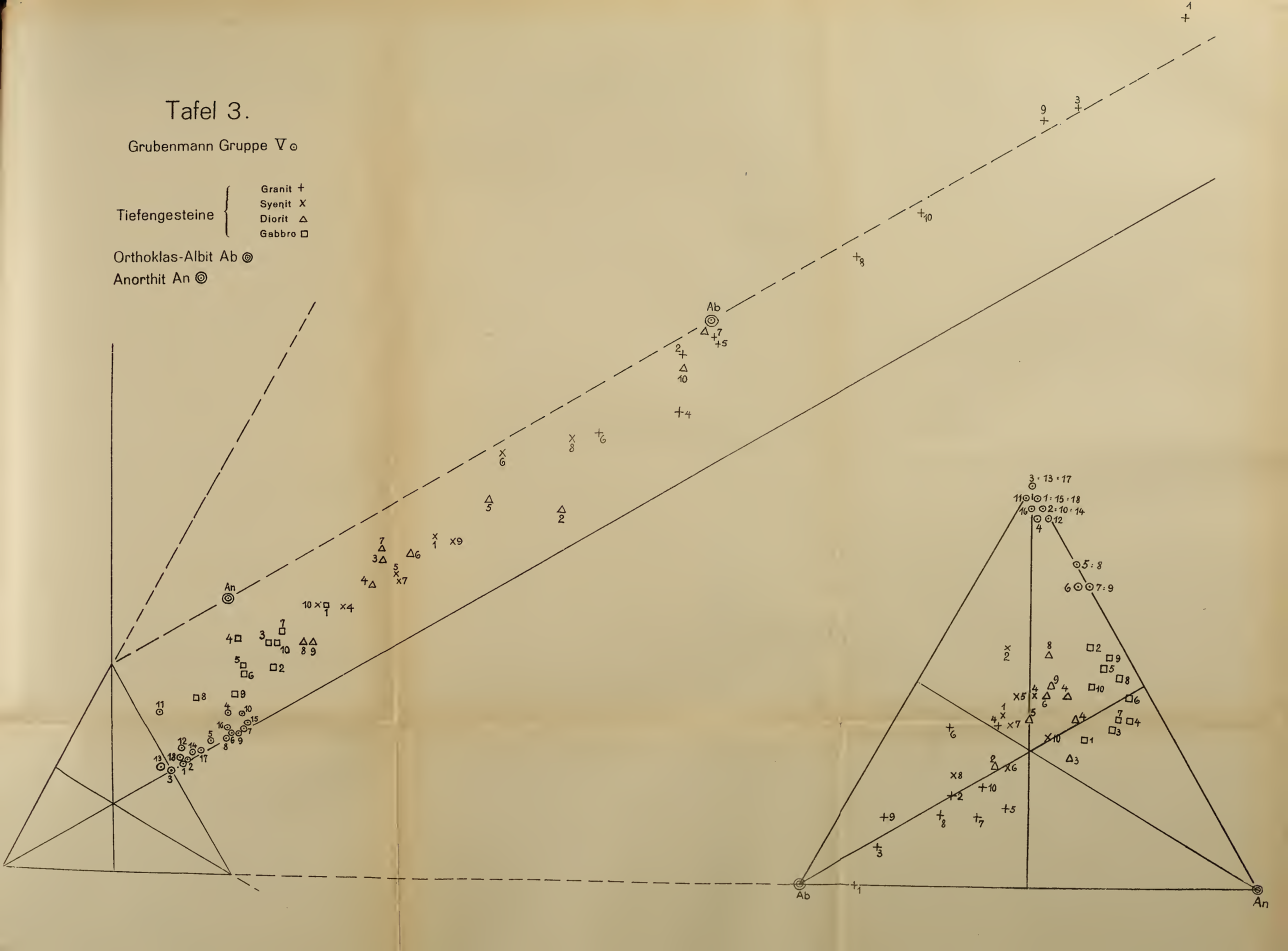
Tafel 3.

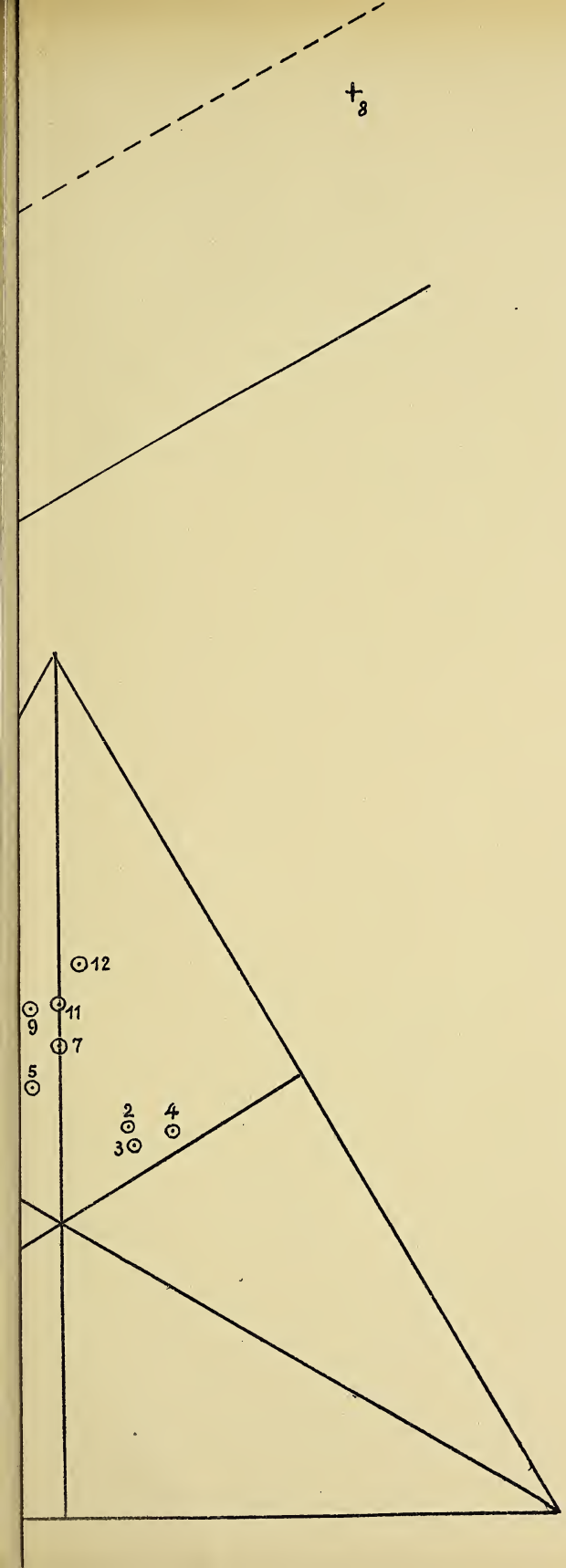
Grubenmann Gruppe V ⊙

Tiefengesteine { Granit +, Syenit X, Diorit △, Gabbro □

Orthoklas-Albit Ab ◎

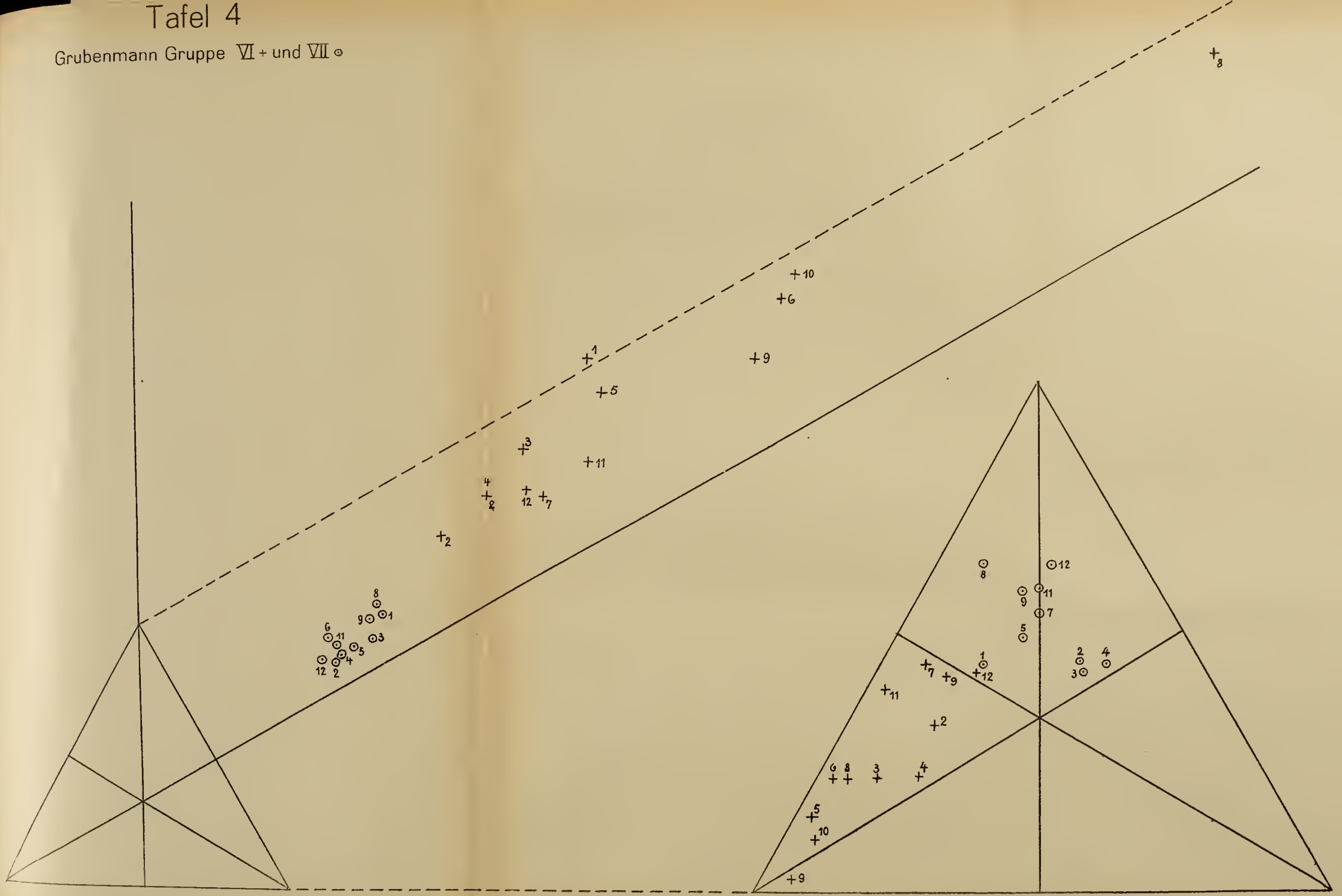
Anorthit An ◎

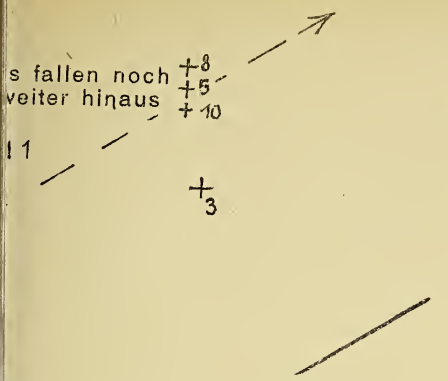



8
12
11
9
7
5
2
4
3

Tafel 4

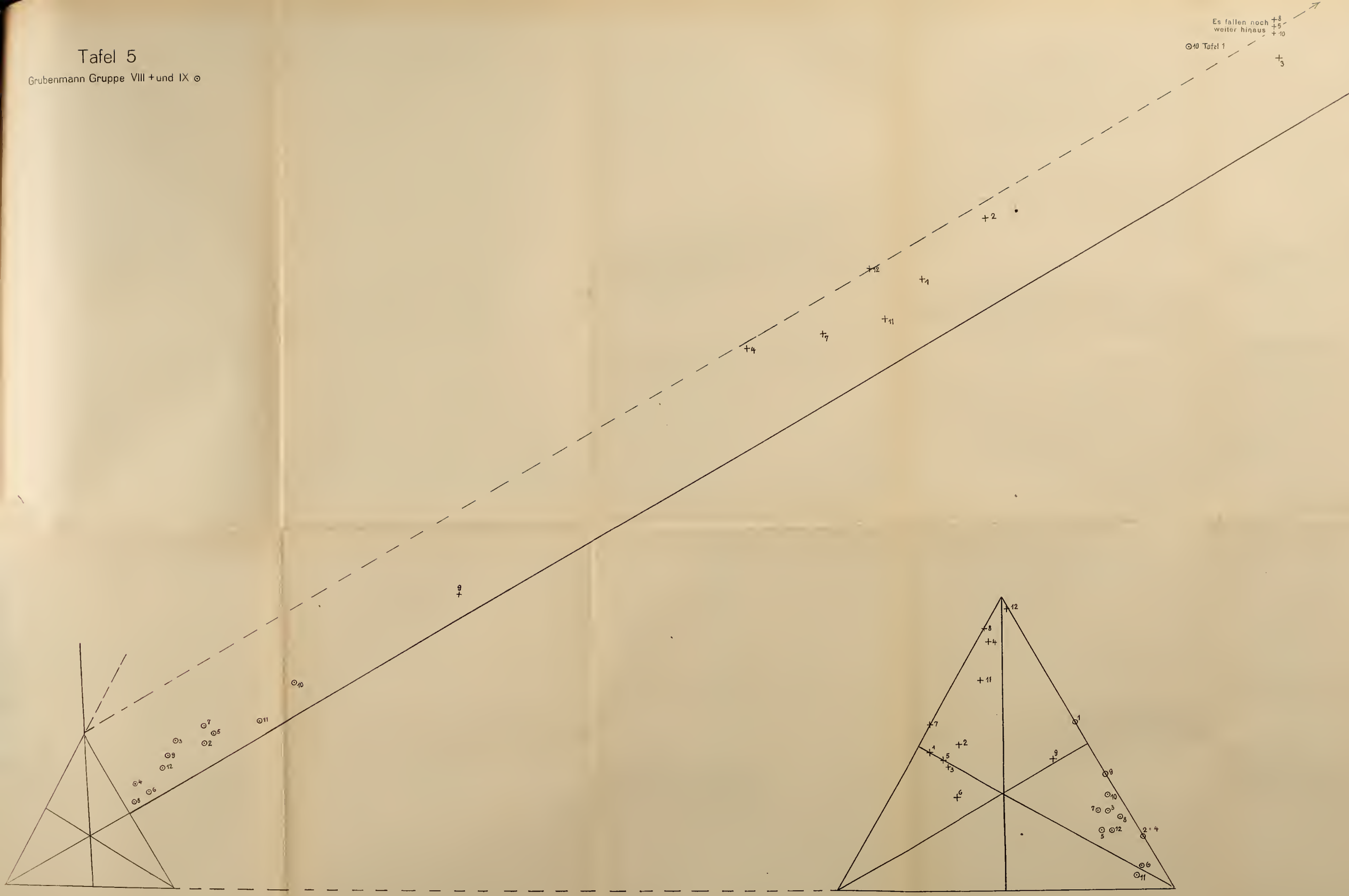
Grubenmann Gruppe VI + und VII ⊙




s fallen noch +8
veiter hinaus +5
+10
11
+3

Tafel 5

Grubenmann Gruppe VIII + und IX ⊙



Die Reihenfolge der Ecken a, c, f ist analog der gebräuchlichen Projektion nach Osann gewählt. Die Zuordnung von S, T und R geschieht dann am besten in gleicher Reihenfolge, so dass die Koordinaten u, v, w zu den entsprechenden Seiten gehören wie a, c, f. Das Verhältnis der Basen ist durch die Lage des Basenpunktes im Projektionsdreieck gegeben analog der Osann'schen Projektion durch die einzelnen Felder. Auch das Verhältnis von S zu T und von beiden zur Summe der Basen ist leicht zu übersehen. Für alle Mittelpunkte auf der zu a und u gehörenden Höhe ist $T = 0$, für alle Mittelpunkte auf der Parallelen zu dieser durch den dritten Eckpunkt (f) ist $T = h$ wie z. B. bei den Feldspaten. Durch Aufstellung der Gleichungen lässt sich auch hier eine rechnerische Behandlung vornehmen z. B. bei Mineralanalysen, die Verhältnisse sind hier z. T. noch übersichtlicher wie bei der Projektion mit $H = 100$. Es ist aber aber hier nicht der Ort, ohne ein praktisches Beispiel zu geben, näher darauf einzugehen.

Ausser den im Vorstehenden abgedruckten Vorträgen wurden in den verschiedenen Sitzungen noch folgende Vorträge gehalten:

In der Sitzung vom 15. Januar hielt Herr F. A. Schulze den Vortrag: **Die Elektronentheorie** (mit Demonstrationen).

In der gleichen Sitzung wurde Herr Prof. Dr. Blankenhorn zum ausserordentlichen Mitglied gewählt.

In der Sitzung vom 9. Juli sprach Herr Kutscher: **Ueber Mutterkornextrakt** (mit Experimenten).

Derselbe: **Zur Kenntnis des Mytilotoxins.**

In der Sitzung vom 30. Juli hielt Herr Kirchheim den Vortrag: **Untersuchungen zur Frage der Trypsinvergiftung.**

In der gleichen Sitzung wurden die Herrn Professoren Dr. Bielschowsky, Dr. Misch und Dr. Frey zu ausserordentlichen Mitgliedern der Gesellschaft gewählt.

In der Sitzung vom 17. Dezember hielt Herr Hürter den Vortrag: **Die Bedeutung der röntgenologischen Untersuchung des Digestionstraktus für die Klinik** (mit Demonstrationen). Herr Böttner als Gast: **Der momentane Stand der Ergebnisse der Abderhaldenschen Reaktion mit Demonstration der Versuchstechnik.**

Aufgelegte Schriften:

Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie. Band VII. Erste Folge Band XVI. Berlin-Schöneberg 1911.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Nr. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

Bulletin of The New-York Public Library Astor Lenox and Tilden Foundations Volume XV. — No. 7. New-York 1911.

Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 67. Jahrgang. Stuttgart 1911.

Beilage zu den Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württemberg. 67. Jahrg. 1911. Stuttgart 1911.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology At Harvard College. Vol. LIV. Nr. 6. Cambridge 1911.

De Zoologie et de Physiologie Maritimes de Concarneau Tome II. — Fasc. 1, 2, 3, 4, 5, 7. Concarneau 1911.

John R. Swanton: Indian Triebes of the Lower Mississippi Valley and Adjacent Coast of The Golf of Mexico. Washington 1911.

Jesse Walter Fewkes: Preliminary Report on A Visit To The Navaho National Monument Arizona. Washington 1911.

Charles D. Walcott: Cambrian Geology and Paleontology. Volume 53, 56 und 57, No. 2, 4, 5, 22. Washington 1910, 1911.

Dr. Wolfgang Ritter: Hodgkins Fund The Flyng Apparatus of the Blow-Fly Volume 56, No. 12. Washington.

Dr. Ales Hrdlicha: Some Results of Recent Anthropologigal Exploration in Peru. Vol. 56, No. 16. Washington 1911.

William H. Dall: Bibliography of The Scientific Writings of R. E. C. Stearns. Volume 56, No. 18. Washington 1911.

C. C. Abbot: The Silver Disk Pyrheliometer. Volume 56, No. 19. Washington 1911.

Edgar A. Mearns: Descriptions of Fifteen New Afrikan Birds. Vol. 56, No. 20. Washington 1911.

Leonidas Chalmers Glenn: Denudation and Erosion in The Southern Appalachian Region and the Monongahela Basin. Washington 1911.

George H. Girty: The Fauna of The Phospate Beds of The Park City Formation in Idaho, Wyoming, and Utah — Bulletin 436. Washington 1910.

George H. Girty: The Fauna of The Moorefield Shale of Arkansas. Bulletin 439. Washington 1911.

N. M. Fennemann: Geology and Mineral Resources of the St. Louis Quadrangle Missouri-Illinois. Bulletin 438. Washington 1911.

R. B. Marshall, Chief Georgrapher: Results of Spirit Leveling in Alabama, Georgia, North Carolina, South Carolina and Tennesee 1896 to 1909. Bulletin 411. Washington 1910.

Edson S. Bastin: Geology of The Pegmatites and Associated Rocks of Maine. Bulletin 445. Washington 1911.

Adolf Knopf: Geology of the Berners Bay Region Alaska. Bulletin 446. Washington 1911.

W. C. Phalen and Lawrence Martin: Mineral Resources of Johnstown, Pennsylvania and Vicinty. Bulletin 447. Washington 1911.

R. B. Marshall: Results of Spirit Leveling in Minnesota 1897 to 1910. Bulletin 453. Washington 1911.

C. W. Hayes: The State Geologigal Surveys of the United States. Bulletin 465. Washington 1911.

Yearbook of the United States. Department of Agriculture. Washington 1911.

Marius R. Campbell: Contributions to Economic Geology 1909 Part. II — Mineral Fuels. Bulletin 431. Washington 1911.

Sidney Paige: Mineral Resources of the Llano-Burnet Region, Texas Bulletin 450. Washington 1911.

C. H. Wegemann: The Lander and Salt Creek Oil Fields Wyoming. Bulletin 452. Washington 1911.

R. B. Marshall, Chief Geographer: Results of Spirit Leveling in the State of Washington 1896 to 1910. Bulletin 457. Washington 1911.

R. B. Marshall: Results of Spirit Leveling in Arkansas, Louisiana, and Mississippi 1896 to 1909. Bulletin 458. Washington 1911.

R. B. Marshall: Results of Spirit Leveling in Missouri 1896 to 1909. Bulletin 459. Washington 1911.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

25560

Jahrgang 1914

BUREAU OF AMERICAN
AUG 3 1924
ETHNOLOGY-LIBRARY

Marburg
Univ.-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)
1915.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

25560

Jahrgang 1914

Marburg
Univ.-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)
1915.

Inhalt.

Seite

Herr *M. Matthes:* Ueber Blutbefund bei Miliartuberkulose . . 1
„ *A. Lohmann:* Ein Apparat zur Demonstration des Astigmatismus und seiner Korrektion 3
„ *A. Wegener:* Beobachtungen über atmosphärische Polarisation auf der dänischen Grönland-Expedition unter Hauptmann Koch (Vorl. Mitt.) 7
„ *O. Bruns:* Untersuchungen über die Energetik des Herzmuskels 21
„ *F. Flade:* Ueber Kieselsäuregallerten mit deutlich erkennbaren Strukturelementen 29
„ *A. Thiel:* Ueber die wässerige Lösung der Kohlensäure . 33
„ *W. Harms:* Ueber die innere Sekretion des Hodens und Bidder'schen Organs von Bufo vulgaris Laur. 37
„ *L. Jores:* Ueber den Umbau des Leberparenchyms bei der Cirrhose und über die Ursache des Ascites bei dieser Erkrankung (Vorl. Mitt.) 49
„ *M. Reinganum:* Ueber die Veränderung von $\varkappa$ in Gasen durch kurzwellige Strahlen 53
„ *A. Thiel:* Ueber Messungen mit dem Dampfdruckthermometer 57
„ *K. Andrée:* Einige geologische Beobachtungen in Canada . 61
„ *L. Diels:* Die Alpenvegetation der Südtiroler Dolomitriffe 61
„ *A. Reißert:* Ueber Versuche zur Darstellung substituierten Indigos 61
„ *A. Lohmann:* Apparat zur Demonstration der Synthese des Tetanus 61
Derselbe: Ueber die Ursachen des Geburtseintritts 61
Derselbe: Bemerkungen zu dem Vortrage des Herrn Prof. *Jaensch:* „Die Farbenkonstanz der Sehdinge“ 63
Wahlen 56, 70

Verzeichnis der Mitglieder*)

(am Schluß des Jahres 1914).

Ehrenmitgieder.

Retzius, Gustav, Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm.. 18. 1. 99.
Marchand, Felix, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 9. 12. 00.
Graf Zeppelin, Dr ing., Exzellenz, Friedrichshafen . . . 5. 8. 08.
Mannkopff, Emil, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rat . . . . . 12. 7. 11.

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich, Dr. med., o. Prof. em. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat . . . . . 11. 7. 83.
v. Auwers. Karl, Dr. phil., ord. Prof. der Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 17. 12. 13.
Bauer, Max, Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rat 11. 3. 85.
v. Behring, Emil, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Wirkl. Geh. Rat, Exz. . . . . 15. 5. 95.
Bielschowsky, Alfred, Dr. med., ord. Prof. d. Augenheilk. 6. 3. 14.
(30. 7. 13)
Bonhoff, Heinrich, Dr. med., ord. Prof. der Hygiene . . 9. 3. 04.
(8. 11. 99)
Feussner, Wilhelm, Dr. phil., o. Hon.-Prof. d. theor. Physik 14. 7. 81.
(10. 6. 69)
Gasser, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rat 27. 1. 88.
(16. 7. 74)

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum außerordentlichen Mitglied.

Gürber, August, Dr. med. et phil., o. Prof. d. Pharmakologie 28. 6. 11. (9. 12. 08)

Hensel, Kurt, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat . . . . . 10. 12, 02.

Jores, Leonhard, Dr. med., o. Prof., Direktor d. pathol. Inst. 9. 7. 13.

Kayser, Emanuel, Dr. phil., o. Prof. der Geologie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 13. 1. 86.

König, Friedrich, Dr. med., o. Prof., Direktor d. chir. Klinik 9. 7. 13.

Korschelt, Eugen, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 26. 7. 93.

Kutscher, Friedrich, Dr. med., a. o. Prof. der Physiologie 12. 2. 08. (16. 2. 98)

Lohmann, Alfred, Dr. med., Professor, Privat-Dozent der Physiologie 7. 5. 13. (8. 2. 05)

Matthes, Max, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Geh. Med.-Rat . . . . . 28. 6. 11.

Meyer, Arthur, Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Reg.-Rat 4. 11. 91.

Müller, Eduard, Dr. med., a. o. Prof., Direktor der med. Poliklinik 7. 5. 13. (9. 2. 10)

Neumann, Ernst, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik . . . 8. 5. 07. (13. 12. 05)

Ostmann, Paul, Dr. med., o. Hon.-Prof. der Otologie . . 13. 11. 95.

Richarz, Franz, Dr. phil., o. Prof. der Physik . . . . . 15. 5. 01.

Schenck, Friedrich, Dr. med., o. Prof. der Physiologie, Geg. Med.-Rat . . . . . 15. 5. 01.

Schmidt, Ernst, Dr. phil., o. Prof. der pharm. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 11. 3. 85.

Schulze, Franz Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. d. Physik 5. 8. 08. (31. 7. 01)

Schultze Jena, Leonhard, Dr. phil., o. Prof. d. Geographie 7. 5. 13.

Thiel, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der physik. Chemie . . 8. 5. 12. (10. 5. 11)

Tuczek, Franz, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie, Geh. Med.-Rat 15. 5. 95. (14. 3. 90)

Zangemeister, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie 28. 6. 11.

Zincke, Theodor, Dr. phil., o. Prof. em. d. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 13. 1. 76.

B. Außerordentliche.

Audrée, Karl, Dr. phil., Privatdozent . . . . . 4. 8. 10.
Berblinger, Walther, Dr. med., Privatdozent . . . . . 9. 7. 13.
Berlin, Ernst, Dr. phil., Assistent am physiol. Institut . . 28. 6. 11.
Blanckenhorn, Professor Dr., Landesgeologe . . . . . 15. 1. 13.
Brand, Walther, Dr. phil., Oberlehrer. . . . . 19. 2. 13.
v. Dalwigk, Friedrich, Dr. phil., Prof., Priv.-Dozent der reinen und angewandten Mathematik . . . . . 9. 5. 00.
Esch, Peter, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 20. 11. 13.
Fischer, Guido, Dr. med., Prof., Direktor d. Zahnklinik . . 28. 6. 11.
Flade, Friedrich, Dr. phil., Priv.-Doz. für Chemie . . . 4. 8. 10.
Frey, Ernst, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 30. 7. 13.
Fries, Carl, Dr. phil., a. o. Prof. d. Chemie . . . . . 9. 3. 04.
Grüter, Wilhelm, Dr. med., Priv.-Dozent, Assistent an der Augenklinik , ... 28. 6. 11.
Hagemanu, Richard, Dr. med., Privatdozent . . . . . 13. 5. 14.
Harms, Wilhelm, Dr. phil., Priv.-Dozent für Zoologie . . 7. 6. 10.
Hildebrand, Heinrich, o. Hon.-Prof. der gerichtl. Medizin 14. 12. 04.
Hohmeier, Friedrich, Dr. med., Prof., Privatdozent, Oberarzt der chirurg. Klinik . . . . . 24. 6. 14. 6. 3. 14.
Hürter, Jakob, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 17. 12. 13.
Jaensch, Erich, Dr. phil., o. Prof. d. Philosophie . . . . 11. 6. 13.
Jahrmärker, Max, Dr. med., Prof., Priv.-Dozent, Oberarzt der psychiatr. Klinik . . . . . 10. 2. 04.
Kauffmann, Oskar, Hauptmann d. L., Forschungsreisender 13. 12. 11.
Keller, Oskar, Dr. phil., Prof., Abteilungsvorsteher am pharm. Institut . . , ... 28. 6. 11.
Kreckwitz, Assistent an der medizin. Poliklinik . . . . 24. 6. 14.
Löning, Fritz, Dr. med., Privatdozent . . . . . 9. 7. 13.
Misch, Georg, Dr. phil., a. o. Prof. d. Philosophie . . . . 30. 7. 13.
Obst, E., Dr. phil., Privatdozent f. Geographie . . . . . 13. 11. 12.
Reissert, Arnold, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. der Chemie . 11. 2. 03.
Rick, Dr. med., Assistent an der Frauenklinik . . . . 24. 6. 14.
Rieländer, August, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Gynäkologie . . . . . 13. 6. 06.
Rohmer, Paul, Dr. med., Privatdozent . . . . . 17. 12. 13.
Schenck, Martin, Dr. med. et phil., Privat-Doz., Assistent am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.
Schwantke, Arthur, Dr. phil., Priv.-Dozent, Assistent am mineral. Institut . . . . . 21. 6. 99.
Siebert, Carl, Dr. phil., Chemiker . . . . . 14. 5. 02.

Strecker, Wilhelm, Dr. phil., Prof., Privatdoz. d. Chemie 6. 3. 14.
Stuchtey, Karl, Dr. phil., Assistent am physik. Institut . . 9. 12. 08.
Take, Emil, Dr. phil., Priv.-Dozent, Assistent am physik. Institut . . . . . 9. 12. 08.
Tönniges, Carl, Dr. phil., Prof., Assist. am zoolog. Institut 16. 2. 98.
Veit, Otto, Dr. med., Priv.-Doz., II. Prosektor . . . . . 28. 7. 09.
Wegener, Alfred, Dr. phil., Priv.-Dozent . . . . . 28. 7. 09.
Wintzer, Paul, Dr. med., prakt. Arzt . . . . . 13. 5. 14.

Auswärtige Mitglieder.*)

Ach, Narciss, Dr. med. et phil., Professor der Philosophie, Königsberg . . . . . (8. 2. 05)
Ackermann, Dankwart, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Physiologie, Würzburg . . . . . (5. 8. 08)
Aschoff, Ludwig, o. Prof. der patholog. Anatomie, Freiburg i. Br. . . . . 17. 6. 03.
Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. der Ophthalm., Freiburg i. Br. . . . . (15. 1, 96)
Barth, Adolf, Dr. med., o. Prof. der Otologie, Leipzig . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . (13. 11. 95)
Beneke, Rudolf, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Halle . 14. 11. 06.
Böhm, Rud., Dr. med., o. Prof. der Pharm., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 20. 5. 81.
Borrmann, Robert, Dr. med., Prof., Direktor der patholog. Anatomie, Braunschweig . . . . . (14. 5. 02)
Brauer, August, Dr. phil., Professor, Direktor des naturhistorischen Museums, Berlin . . . . . 17. 5. 99.
(17. 6. 96)
Brauer, Ludolf, Dr. med., o. Prof., Direktor d. med. Klinik in Hamburg-Eppendorf . . . . . (14. 12. 04)
Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Straßburg (8. 2. 78)
Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Geh. Berg-Rat, Bonn . . . . . (27. 1. 88)
Bruns, Oskar, Dr. med., a. Prof. der inneren Medizin, Göttingen . . . . . (28. 6. 11)
Buchholz, Adolf, Dr. med., Prof., Oberarzt, Hamburg . 8. 12. 97.
Busz, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Münster . (19. 6. 95)

---

*) Die mit einem * bezeichneten sind korrespondierende, die sämtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Diels, Ludwig, Dr. phil., Kustos am botanischen Museum Berlin-Dahlem, a. o. Prof. an der Universität . . . 28. 6. 11. (28. 7. 09)

Dietrich, Theodor, Dr. phil., Prof., Geh. Reg.-Rat, Hannover (15. 1. 96)

Dohrn, Rudolf, Dr. med., o. Prof. em. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat, Dresden . . . . . 10. 2. 64.

Drevermann, Fritz, Dr. phil., Prof., Frankfurt . . . . (11. 2. 03)

v. Drach, Alhard, Dr. phil., Geh. Reg.-Rat, Cassel . . . 11. 7. 66.

Enderlen, Eugen, Dr. med., o. Prof. d. Chirurgie, Würzburg 12. 2. 97.

Falk, Ferdinand August, Dr. med., a. o. Prof. d. Pharm., Kiel 28. 4. 75.

Fraenkel, Carl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . 4. 11. 91.

Friedrich, Paul, Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med.-Rat, Königsberg . . . . . 12. 2. 08.

Fuëter, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Karlsruhe (3. 5. 07)

Gadamer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. der pharmazeut. Chemie, Breslau . . . . . (9. 3. 98)

Goebel, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.

Göppert, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Frankfurt a. M. . . . . (4. 12. 12)

Haselhoff, Emil, Dr. phil., Prof., Direktor der landw. Versuchsstation, Cassel . . . . . (11. 2. 03)

Häcker, Rudolf, Dr. med., Prof., Oberarzt d. chirurg. Klinik, Essen . . . . . (7. 6. 10)

Heffter, Arthur, Dr. phil. et med., o. Prof. der Pharmakologie, Berlin . . . . . 14. 11. 06.

Heine, Leopold, o. Prof. der Ophthalmologie, Kiel . . . (18. 1. 99)

Hellinger, Ernst, Dr. phil., a. o. Prof. der Mathematik, Frankfurt a. M. . . . . (12. 1. 10)

Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . . (2. 7. 68)

Herrmann, F., Dr. phil., Geol. Landesanstalt, Berlin . . 1. 3. 11.

v. Hess, Carl, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmol., München 11. 11. 96.

Hess, Otto, Dr. med., Prof., Oberarzt, Posen . . . . . (25. 6. 02)

**Heusler, Fritz,* Dr. phil., Hüttendirektor, Dillenburg . 8. 2. 05.

Jung, Heinrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Kiel . (13. 12. 05)

v. Koenen, Adolf, Dr. phil., o. Professor der Geologie, Geh. Berg-Rat, Göttingen 28. 4. 74. (10. 6. 69)

Kossel, Albrecht, Dr. med., o. Prof. d. Physiol., Geh. Rat, Heidelberg . . . . . 15. 5. 95.

Krauß, Wilhelm, Dr. med., Prof. der Augenheilkunde an der medizin. Akademie, Düsseldorf . . . . . (10. 7. 07)

v. Krehl, Ludolf, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Heidelberg . . . . . 8. 11. 99.
Küster, Fr. Wilh., Dr. phil., o. Prof., Gutsbes., Müncheberg bei Berlin . . . . . (26. 7. 93)
Küster, Ernst, Dr. med, o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med., Rat, Berlin . . . . . 4. 11. 91.
Küttner, Hermann, Dr. med., o. Prof. der Chiurg., Breslau (8. 2. 05)
Loewi, Otto, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Graz (15. 5. 01)
Lotz, Heinrich, Dr. phil., Geologe, Berlin . . . . . (13. 12. 99)
Meisenheimer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. d. Zool., Leipzig 5. 8. 08. (16. 2. 98)
Meyer, Hans, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Wien 11. 3. 85.
v. Müller, Friedr., Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., München 26. 7. 93.
Neide, Ernst, Major a. D., Dr. phil., Allstedt, Großh. Sachsen (13. 1. 04)
Noll, Alfred, Dr. med., a. o. Prof. d. Physiol., Jena . . . (16. 2. 98)
Oestreich, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Utrecht (9. 3. 04)
Opitz, Erich, Dr. med., Prof., Dir. d. Frauenkl., Gießen . (13. 1. 04)
Pfannkuch, Wilhelm, Dr. med., prakt. Arzt, Cassel . . . (17. 1. 72)
Pfeffer, Wilh., Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Hofrat, Leipzig . . . . . (27. 4. 71)
Plate, Ludwig, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Jena . . (27. 1. 88)
Plenge, Enriquez, Dr. med., Heidelberg . . . . . (7. 3. 99)
Ransom, Frederick, Dr. med., Cambridge . . . . . (7. 3. 99)
Rathke, Bernhard, Dr. phil., Prof. d. physik. Chemie, Meran 14. 3. 84.
**Rehn, Joh. Heinrich*, Dr. med., San.-Rat, Frankfurt a. M. 26. 11. 80.
Rein, Johannes, Dr. phil., o. Prof. em. der Geographie, Geh. Reg.-Rat, Bonn . . . . . 1. 12. 76.
Ribbert, Hugo, Dr. med., o. Prof. d. pathol. Anatomie, Bonn 20. 6. 00.
Römer, Paul, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Greifswald 28. 6. 11. (10. 2. 04)
Romberg, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. inn. Mediz. München 20. 6. 00.
Rost, Eugen, Dr. med., Regierungsrat, Berlin . . . . . (16. 2. 98)
Rubner, Max, Dr. med., o. Prof. der Physiol., Geh. Med.-Rat, Berlin . . . . . 13. 1. 86.
Rühl, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der Geographie, Berlin (28. 7. 09)
Rumpf, Theodor, Dr. med., Professor, Bonn . . . . . 14. 3. 90.
Rupp, Erwin, Dr. phil., o. Prof. f. Pharmazie, Königsberg (14. 12. 04)
Ruppel, Wilhelm, Dr. phil., Professor, Höchst . . . . . (18. 7. 00)
Sauerbruch, Ferd., Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Zürich (7. 6. 10)
Schaum, Carl, Dr. phil., o. Prof. d. phys. Chemie, Gießen 13. 12. 05. (11. 8. 97)

Schenck, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. der physik. Chemie, Geh. Reg.-Rat, Breslau . . . . . (11. 8. 97)
Schmidt, Martin, Dr. med., o. Professor d. path. Anatomie, Würzburg . . . . . 28. 6. 11.
Schmidt-Rimpler, Hermann, Dr. med., o. Prof. em. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Halle . . . . . 15. 11. 71.
Schöne, Georg, Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie, Greifswald (7. 6. 10)
Schottelius, Max, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Hofrat, Freiburg i. B. . . . . (11. 7. 79)
Schottky, Friedrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat, Berlin . . . . . 15. 5. 95.
Schridde, Hermann, Dr. med., Prof., Direktor der pathol. Anatomie, Dortmund . . . . . (13. 12. 05)
Schwenkenbecher, Alfred, Dr. med., Prof., Direktor der med. Klinik, Frankfurt a. M. . . . . (13. 5. 08)
Seddig, Max, Dr. phil., Priv.-Doz. d. Physik, Frankfurt . (17. 6. 03)
Siemens, Friedrich, Dr. med., Geh. Med.-Rat, Direktor der Landes-Irrenanstalt Lauenburg i. P. . . . . (19. 12. 79)
**Speck, Carl,* Dr. med., San.-Rat, Kreis-Physik., Dillenburg 5. 4. 71.
Stoeckel, Walter, Dr. med., o. Prof., Direktor der gynäkol. Klinik, Kiel . . . . . (5. 8. 08)
Strahl, Hans, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Gießen . . 27. 1. 88.
(14. 12. 80)
Straub, Walther, Dr. med., o. Prof. d. Pharmakol., Freiburg (13. 12. 05)
Study, Eduard, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Bonn . (14. 3. 90)
Thumb, Albert, o. Prof. der indog. Sprachen, Straßburg . (14. 2. 06)
Uthoff, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Breslau . . . . . 4. 11. 91.
Wendel, Walther, Dr. med., Prof., Direktor des städtischen Krankenhauses, Magdeburg-Sudenburg . . . . . (12. 2. 02)
Wernicke, Erich, Dr. med., Prof., Direktor des hygienischen Instituts in Posen . . . . . 16. 2. 98.
(10. 2. 97)
Ziegenbein, Hans, Dr. phil., Vorst. d. Nahrungsm.-Amts, Stralsund . . . . . (14. 5. 02)

Durch den Tod hat die Gesellschaft im Jahre 1914 verloren:

von den Ehrenmitgliedern:

Hittorf, Wilhelm, Dr phil., o. Prof. d. Physik, Geh. Reg.-Rat, Exz., Münster . . . . . 19. 11. 01.
† 28. 11. 14.

von den einheimischen Mitgliedern:

Heyde, Martin, Dr. med., Privatdozent der Chirurgie . (7. 6. 10)
gef. im Krieg 10. 12. 14.
Kirchheim, Ludwig, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . (17. 12. 13)
gef. im Krieg 9. 9. 14.

von den auswärtigen Mitgliedern:

Kautzsch, Gerhard, Dr. phil., Priv.-Doz. d. Zoologie, Kiel . (7. 6. 10)
gef. im Krieg
Nebelthau, Eberhard, Dr. med., Bremen . . . . . † 23. 6. 14.

Der Vorstand.

E. Neumann, Vorsitzender. *Thiel*, ständiger Schriftführer.

Engerer Ausschuß.

E. Korschelt, stellvertr. Vorsitzender. *Fr. Schenck*. *E. Schmidt*.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 1 Januar 1914

In der Sitzung vom 14. Januar 1914 sprach Herr M. Matthes:

Ueber Blutbefund bei Miliartuberkulose.

Bei Durchsicht alter Krankengeschichten war es dem Vortragenden aufgefallen, dass öfter notiert war, es seien die Lymphocythen sehr spärlich. Es wurde daher Frl. Wack veranlasst, regelmässige Zählungen in den neu zur Beobachtung kommenden Fällen mit allen Vorsichtsmassregeln (stets bei Nüchternheit der Kranken) vorzunehmen. Diese ergaben in sieben Fällen, dass regelmässig das Verhältnis zwischen polymorphkernigen Leukocythen und Lymphocythen sich zu Ungunsten der letzteren verschiebt. Es besteht also bei Miliartuberkulose eine relative Lymphocythopenie bezw. relative Polynucleose.

Die älteren Untersuchungen über das Verhalten der weissen Blutkörper (Steffen) haben ergeben, dass bei günstiger Prognose Lungentuberkulöse eine relative Lymphocythose zeigen, bei ungünstiger Prognose und fortschreitendem Verlaufe dagegen werden auch bei Lungentuberkulose die Zahlen für die Lymphocythen geringer gefunden. Man hatte die also dann eintretende relative Polynucleose aber auf die Einwirkung sekundärer Infektionen und nicht auf den Tuberkelbazillus bezogen. Der bei Miliartuberkulose erhobene gleiche

Befund erweist, dass diese letztere Meinung nicht zutreffend zu sein braucht, dass vielmehr auch der Tuberkelbacillus allein die Lymphocythopenie bedingen kann.

Der Befund der Lymphocythopenie bei Miliartuberkulose ist kein anfänglicher, sondern tritt etwa erst in den letzten 14 Tagen des Lebens ein, wie fortlaufende Zählungen in einem Fall erwiesen, bei dem die Diagnose Miliartuberkulose durch das Röntgenbild schon früher gestellt werden konnte.

Immerhin ist der Befund, da er einfach zu erheben ist, klinisch bei unsicherer Diagnose wichtig. In einem Fall von Bronchialdrüsentuberkulose, der unter dem Bilde eines hohen Fiebers unsicherer Herkunft verlief, fand sich beispielsweise die Lymphocythopenie nicht und ebenso wenig bei einem Meningismus nach einer fieberhaften Erkrankung, vermutlich einer Influenza. Bei diesem hatte die Spinalpunktion klares aber eiweisshaltiges Punktat ergeben, in dem auch Lymphocythen zu finden waren, sodass sonst die Diagnose tuberkulöse Meningitis sehr nahe gelegen hätte.

Fortlaufende Zählungen ergaben, dass gleichzeitig mit der Lymphocythopenie in einem Falle ein ziemlicher Absturz der Gesamtzahlen der weissen Blutkörper eintrat (von 7500 auf 4000), dass aber in der Folge ein starkes Schwanken der Gesamtzahlen auftrat, dessen Vorkommen bei Miliartuberkulose der Vortragende auch früher schon beobachtet hat. Die Gesamtzahlen der Leukocythen endlich bei Meningitis tuberkulosa erwiesen sich durchschnittlich erhöht (auf über 10000), während bei Miliartuberkulosen ohne Beteiligung der Meningen anfangs normale Zahlen und später das oben beschriebene Verhalten gefunden wurde. Frl. Wack wird die Details der Untersuchung in einer Dissertation beschreiben.

Weiterhin berichtete Herr A. Lohmann über:

„Ein Apparat zur Demonstration des Astigmatismus und seiner Korrektion."

Der Strahlengang im menschlichen Auge lässt sich, wie bekannt, in sehr instruktiver Weise mit Hülfe des „Kühneschen Augenmodelles" demonstrieren. Man kann mit diesem Modelle u. a. auch die Verhältnisse bei der Myopie und der Hypermetropie und die Korrektion dieser Anomalien in anschaulicher Weise vorführen.

Ich habe nun immer wieder die Erfahrung gemacht, dass besonders das Verständnis für das Wesen des Astigmatismus nnd dessen Korrektion auf erhebliche Schwierigkeiten stösst.

Ich habe daher ein Augenmodell gebaut, das auch diese Anomalie zu demonstrieren gestattet.[1])

Die „Hornhaut" besteht bei meiner Vorrichtung nicht wie bei dem Kühneschen Modell aus einer festsitzenden gläsernen Halbkugel sondern aus einer beweglichen, seitlich zusammendrückbaren Halbkugel aus farblosem Celluloid. Die Konstruktion möge an Hand der beigefügten Figuren etwas näher erläutert werden. Fig. 1 stellt einen Längsschnitt dar, Fig. 2 zeigt die Aufsicht von vorne.

Wir sehen in Fig. 1, dass das Loch in der vorderen Wand des Kastens beträchtlich grösser als der Durchmesser der eingesetzten Halbkugel (*a*) ist, An den Rand der Halbkugel (*a*) ist eine sehr locker gespannte Goldschlägerhaut (*b*) befestigt, die andererseits wasserdicht dem Kasten bei *c* angefügt ist und so den Abschluss des mit Wasser gefüllten

1) Der Apparat wurde von dem Mechaniker des hiesigen physiologischen Instituts, Herrn Jakobs, angefertigt.

Kastens darstellt, Die Halbkugel wird nun in ihrer Stellung durch zwei Halter (d u. d_1) fixiert. Sie legen sich, wie auf der Figur 2 zu sehen ist, aussen an die Halbkugel sanft an. Die Halter haben an den beiden Enden eine Führung auf den Schienen e u. e, auf denen sie durch Spiralfedern nach aussen gedrückt werden. Gegen einander werden die Halter durch zwei flache Federn mit Sperrzähnen fixiert (siehe Fig 2 ff_1).

Die beschriebene Art der Fixierung der Halter gestattet nun weiterhin in der einfachsten Weise, diese und mit ihnen die Halbkugel (a) seitlich beliebig stark zusammenzudrücken und in dieser Stellung die seitlich zusammengedrückte Halbkugel zu fixieren. Dadurch kann die astigmatische Deformierung der Hornhaut in jedem gewünschten Grade nachgeahmt werden. Die Führungsstangen e u. e_1 der Halter sind auf der drehbaren Scheibe g befestigt; dadurch wird es ermöglicht, dass man die Halter in jedem beliebigen Durchmesser an die „Hornhaut“ anlegen und diese zusammendrücken kann. Auf diese Weise kann man den Astimatismus mit den verschiedensten Axen nachahmen.

Verfolgt man nun bei astigmatisch deformierter Halbkugel den Strahlengang im Kasten, so kann man die parallel auffallenden Strahlen nicht mehr auf einen Punkt vereinigen. Man kann vielmehr durch verschieben der Mattscheibe h zwei Brennlinien nachweisen, die — entsprechend der stärksten und der schwächsten Krümmung der Halbkugel — in verschiedener Entfernung von dieser und senkrecht zu einander angeordnet liegen.

Die Korrektion des Astigmatismus zeigt man, indem man aussen vor die „Hornhaut“ entsprechende cylindrisch geschliffene Gläser setzt. Ich verwende die bei jedem Optiker vorrätigen viereckigen Cylindergläser, die ich in eine drehbare Fassung einsetze. Es lässt sich zeigen, dass man durch ein entsprechendes konkaves Cylinderglas die Strahlen auf einen Punkt der hinteren Brennlinie vereinigen kann, während durch ein konvexes Cylinderglas eine Korrektion

auf die Entfernung der mehr vorne gelegenen Brennlinie vorgenommen werden kann.

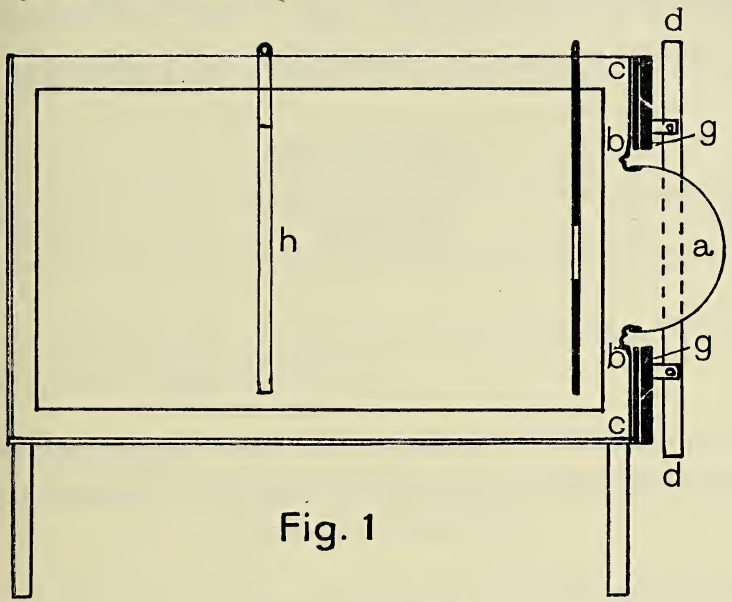


Fig. 1

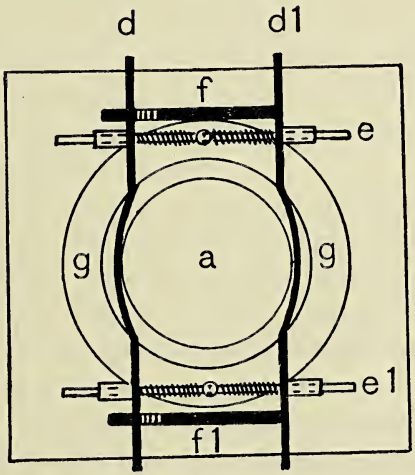


Fig. 2

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 2 Februar 1914

In der Sitzung vom 25. Februar 1914 hielt Herr Alfred Wegener folgenden Vortrag:

Beobachtungen über atmosphärische Polarisation auf der dänischen Grönland-Expedition unter Hauptmann Koch.

(Vorläufige Mitteilung.)

Die im folgenden mitgeteilten Beobachtungsergebnisse werden später in mehr ausführlicher Form in der wissenschaftlichen Publikation der Expedition zum Abdruck gelangen. Die vorliegende Darstellung konnte deshalb stark gekürzt, und weniger wichtige Teile der Untersuchung konnten hier ganz fortgelassen werden.

Die Station „Borg", an der die Beobachtungen in den Monaten Februar bis April 1913 erhalten wurden, liegt nahe der Nordostküste Grönlands unter 76°41′ Nordbreite und 22°30′ westlicher Länge in 63 m Seehöhe auf dem Inlandeise. Während der Beobachtungsperiode herrschten im allgemeinen Temperaturen von ca. —40° C.

Die hier mitgeteilten Messungen beziehen sich nur auf den Aragoschen und den Babinetschen neutralen Punkt, für welche ein grösseres Material gesammelt wurde. Die wenigen Beobachtungen, die für den Brewsterschen Punkt vorliegen,

und die auf der Durchquerung gewonnenen Beobachtungen sollen nur in der definitiven Publikation besprochen werden.

Zur Beobachtung diente ein Savartsches Polariskop in der Jensenschen Montierung auf einem Senkelquadranten, welches der Expedition von Herrn Jensen in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt war. Bei den tiefen Temperaturen missglückte leicht die Arretierung des Senkels, da das Instrument meist mit Pelzhandschuhen bedient werden musste; infolgedessen war es nötig, bei jeder Beobachtung eine ganze Reihe von Einstellungen auszuführen. Die meisten Beobachtungen fanden mittags statt, weil sich zu dieser Zeit die Sonnenhöhe nicht ändert. Am 7., 8., 24. Februar und 6. März wurden ausserdem noch Serien von Beobachtungen gewonnen, die über den ganzen Nachmittag spannen. Sie geben stets dasselbe Bild, welches auch aus der Gesamtheit der Beobachtungen resultiert. Im allgemeinen umfasst jede Beobachtung 12 Einstellungen des Aragoschen und 12 des Babinetschen Punktes, und zwar in solcher Anordnung, dass sich daraus je 3 Werte der „Brücke“ (Durchmesser des neutral erscheinenden Flecks) ableiten lassen. Diese Brückenwerte sollen aber hier nicht mitgeteilt werden, und es muss auch in dieser Hinsicht auf die ausführliche Publikation verwiesen werden.

Auch die Witterungsnotizen, welche für jede einzelne Beobachtung das Aussehen des Himmels angeben, sollen hier übergangen werden. Von den im Ganzen 52 Beobachtungen wurde bei 22 nur notiert: „Wolkenlos“. Bei den übrigen Fällen waren meist leichte Cirrus-Wolken zu sehen, die aber auf die Höhe der neutralen Punkte offenbar keinen Einfluss zeigen. In den 2 Fällen mit stärkster Bewölkung, wo diese die Ziffer 4 erreicht, lässt sich nur gerade der Beginn einer solchen Einwirkung feststellen.

In der folgenden Tabelle sind die Beobachtungen gleich in der üblichen Weise in Höhenklassen zusammengefasst, wobei die Klasse 0.5^0 alle Sonnenhöhen von 0.0 bis 0.9^0, und die

Sonnenhöhe	Arago Abst. v. d. Gegensonne	Zahl der Beob.	Babinet Abst. v. d. Sonne	Zahl der Beob.
— 9.5	30.5	1	—	0
— 8.5	26.4	3	19.1	2
— 7.5	26.6	1	15.7	1
— 6.5	25.0	2	13.8	2
— 5.5	20.3	3	14.4	3
— 4.5	18.6	1	14.0	1
— 3.5	16.9	1	13.5	1
— 2.5	15.0	4	14.8	4
— 1.5	15.6	3	16.7	3
— 0.5	17.6	2	20.3	2
+ 0.5	19.7	2	22.6	2
+ 1.5	23.9	1	30.5	1
+ 2.5	—	0	—	0
+ 3.5	25.5	3	31.5	3
+ 4.5	25.8	4	31.2	4
+ 5.5	26.8	1	31.8	1
+ 6.5	—	0	—	0
+ 7.5	26.7	1	31.1	1
+ 8.5	27.2	1	27.2	1
+ 9.5	—	0	—	0
+10.5	27.4	1	27.3	1
+11.5	27.7	1	26.7	1
+12.5	26.6	2	25.2	2
+13.5	28.6	2	23.3	2
+14.5	28.0	2	21.7	2
+15.5	28.0	3	25.2	3
+16.5	28.3	1	23.4	1
+17.5	28.0	2	19.8	2
+18.5	27.8	2	20.7	2
+19.5	—	0	—	0
+20.5	27.2	1	21.5	1
+21.5	—	0	—	0
+22.5	—	0	—	0
+23.5	23.7	1	24.2	1

Klasse -0.5^0 alle solche von -1.0 bis -0.1^0 enthält. Die Rubrik „Arago“ enthält den Abstand des Aragoschen Punktes vom Gegenpunkt der Sonne, die Rubrik „Babinet“ den des Babinetschen Punktes von der Sonne selbst. Die Anzahl der Beobachtungen ist für jede Höhenklasse hinzugefügt.

Der Inhalt dieser Tabelle ist in den beiden Figuren 1 und 2 graphisch wiedergegeben, in denen jedoch die Beobachtungen nicht zu Klassen zusammengeschlagen, sondern einzeln eingetragen und chronologisch numeriert sind.

Es sei darauf hingewiesen, dass diese Kurven ein erheblich grösseres Intervall von Sonnenhöhen überspannen, als es sonst meist der Fall ist. Bei den negativen Sonnenhöhen schliessen fast alle Beobachtungsreihen bei -7.5^0 oder schon früher ab; die vorliegende Beobachtungsreihe dürfte sich deshalb besonders gut zum Vergleich mit der Theorie eignen, worauf aber hier nicht weiter eingegangen werden soll.

Diese Kurven zeigen ferner alle charakteristischen Merkmale einer optischen Störung, wie sie in Europa z. B. im Jahre 1903 in Erscheinung getreten sind. So werden beim Aragoschen Punkt vor Sonnenuntergang 27^0 Abstand von der Gegensonne gefunden statt der normalen ca. 22^0, das Minimum nach Sonnenuntergang beträgt nur 15^0 statt ca. $19^1/_2{}^0$ und ist von der Sonnenhöhe -1.5^0 auf -2.5^0 verschoben.

Beim Babinetschen Punkt beträgt das Maximum etwa 32^0 statt 18.5^0 und ist von der Sonnenhöhe -0.5^0 auf $+4^0$ verschoben; das Minimum nach Sonnenuntergang beträgt etwa 15^0 statt 17.5^0. Alles dies sind charakteristische Merkmale einer Störung.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese in Nordostgrönland beobachtete optische Störung der Atmosphäre mit zu den Störungserscheinungen zu zählen ist, welche vom Sommer 1912 an namentlich in Nordamerika und Europa zur Beobachtung gelangten in Form eines Verblassens der blauen

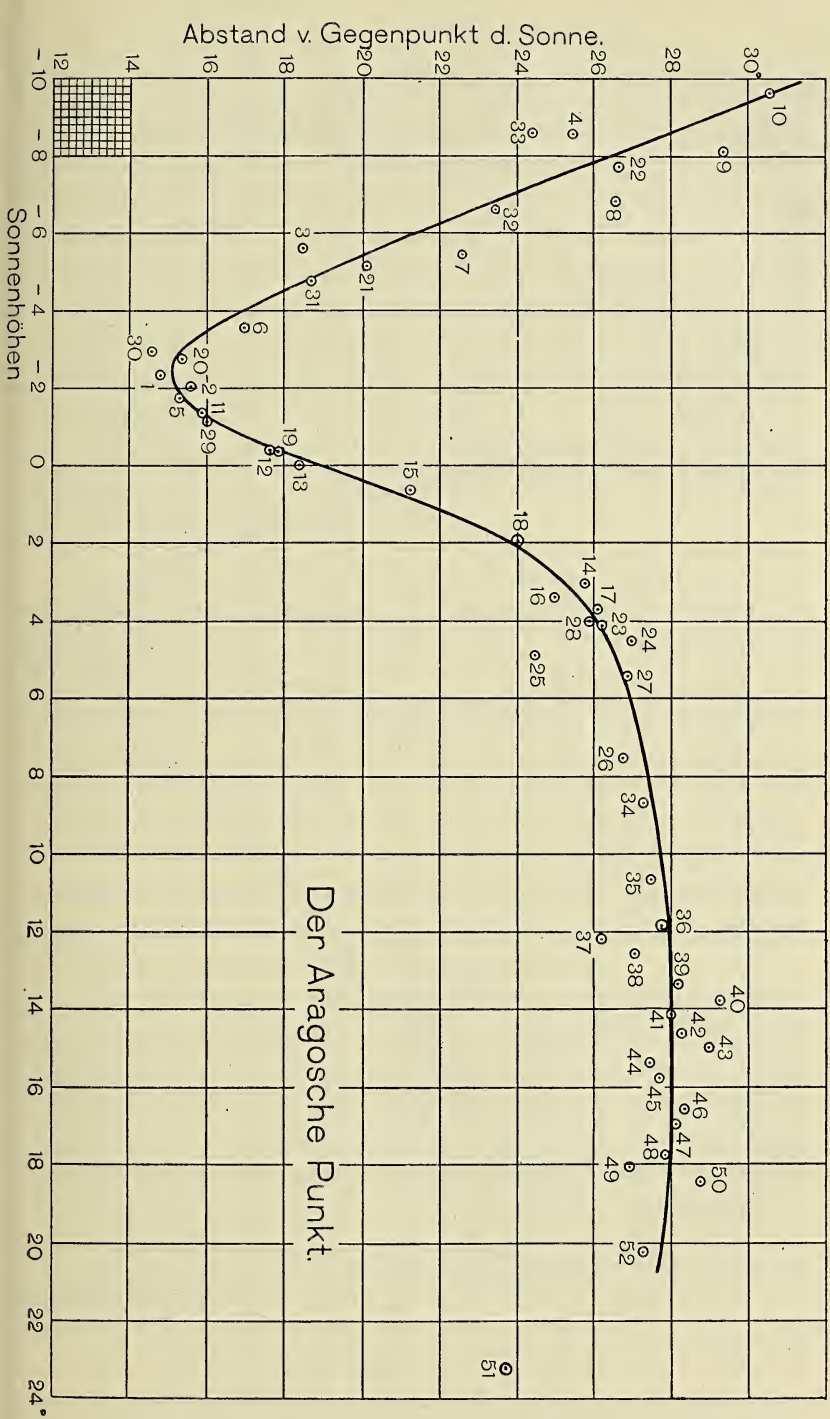


Fig. 1.
Die einzelnen Beobachtungen sind chronologisch numeriert.

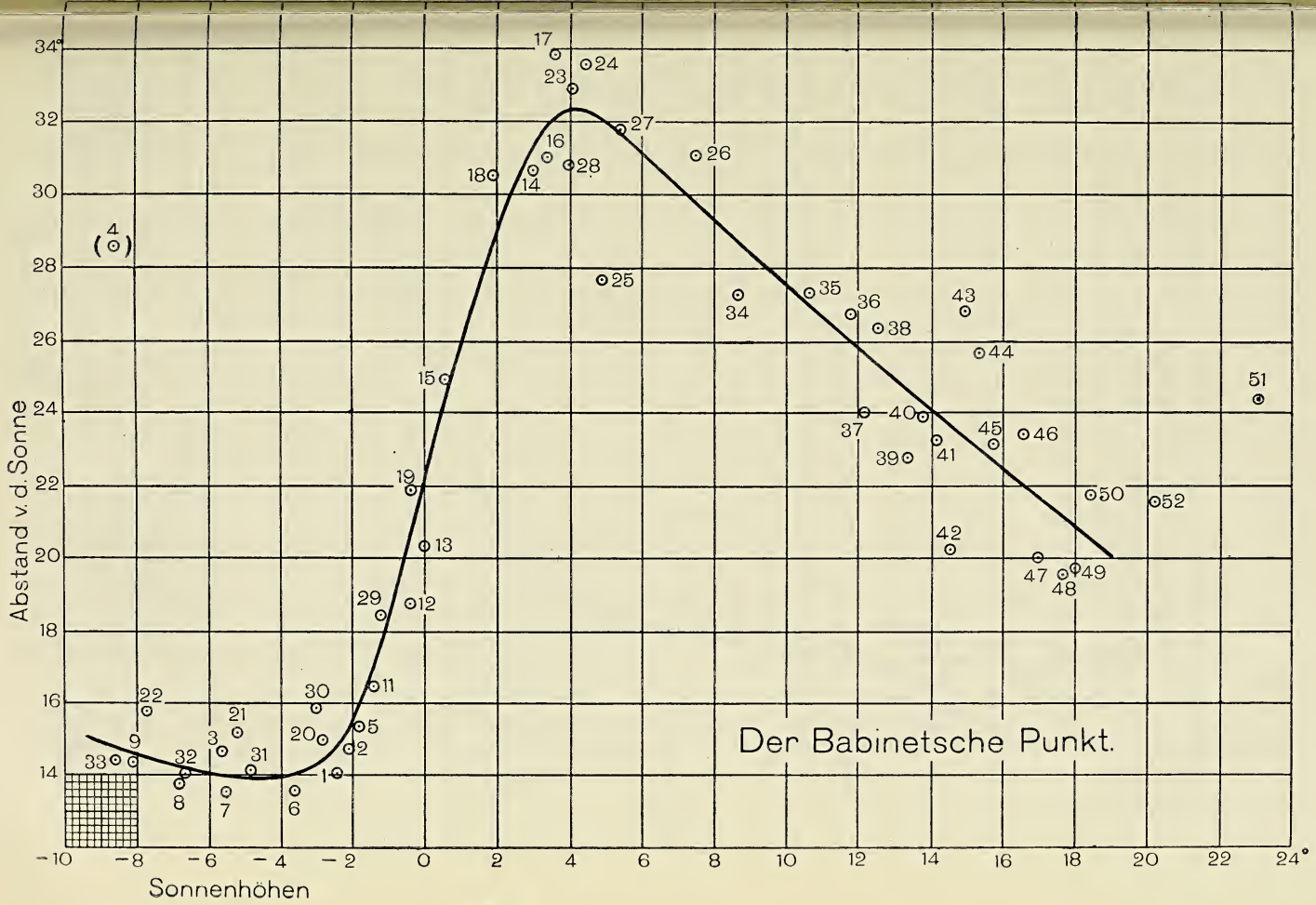

Abstand v. d. Sonne
Sonnenhöhen
Der Babinetsche Punkt.
34°
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
−10
−8
−6
−4
−2
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24°
(4)
1
2
3
5
6
7
8
9
11
12
13
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52

Fig. 2.

Himmelsfarbe, einer messbaren Verringerung der Sonnenstrahlung, einer Abschwächung des Sternenlichtes um mehrere Grössenklassen, einer Verkürzung der Brennspuren auf den Sonnenschein-Registrierungen und einer Beeinflussung der neutralen Punkte.[1]) Während die meisten dieser Störungserscheinungen bereits im Herbst 1912 abklangen, hielt sich die Störung der neutralen Punkte noch bis mindestens zum Frühjahr 1913, hatte allerdings in Europa in den Monaten Februar bis April bei weitem nicht mehr den Betrag, den die Beobachtungen von Borg zeigen.

Störungen anderer Art, wie etwa das erwähnte auffällige Verblassen der blauen Himmelsfarbe, wurden von uns weder im Jahre 1912 noch 1913 bemerkt.

Photographie der neutralen Punkte.

Bisher sind Messungen der neutralen Punkte immer nur mit Hilfe des Auges ausgeführt worden. Bei Anwendung des Savartschen Polariskops ist es aber möglich, die im Gesichtsfelde auftretenden Interferenzstreifen und ihren Umkehrpunkt, den „neutralen Punkt", auf der photographischen Platte festzuhalten und sich auf diese Weise statt der optischen Messmethode der photogrammetrischen zu bedienen.

Die vorliegenden ersten Versuche, welche unter ungünstigen äusseren Bedingungen auf der Winterstation Borg ausgeführt sind, zeigen, dass die Methode brauchbar ist und eine weitere Ausgestaltung verdient.

Die Aufnahmen wurden mit einer gewöhnlichen 9×12 cm-Kamera gemacht, bei welcher das Savartsche Polariskop unmittelbar vor dem Objektiv angebracht war, und zwar in derselben Stellung, in welcher es sonst vor das Auge gehalten wird. Die Einstellung in den Höhenkreis der Sonne erfolgte beim Aragoschen Punkt mit Hilfe des Schattens, beim Babinetschen Punkt mit Hilfe der auf der Mattscheibe er-

1) Der Jahrgang 1913 der Meteorolog. Zeitschr. enthält zahlreiche Mitteilungen darüber.

scheinenden Sonne. Eine künstliche Horizontmarkierung war zwar nicht vorhanden, aber bei der günstigen Lage der Station weicht der mitphotographierte natürliche Horizont nur so wenig vom astronomischen ab, dass er ohne grösseren Fehler als Ausgangspunkt der Messung benutzt werden konnte.

Leider konnten die Aufnahmen nur auf Film gemacht werden; es ist anzunehmen, dass man bei Verwendung von Platten kontrastreichere Negative erhält. Das Polariskop hatte ferner nur eine lichte Öffnung von 9 mm bei einer Dicke von mehr als 1 cm, was die Lichtstärke ungünstig beeinflusste. Bei der letzten der auf Tafel II gegebenen Serie von Aufnahmen, bei der die Sonne 7^0 unter dem Horizont stand, und bereits Sterne sichtbar waren, musste daher 10 Minuten lang exponiert werden. Es muss möglich sein, mit einem grösseren Polariskop und lichtstarkem Objektiv bei positiven Sonnenhöhen mit Moment-Exposition auszukommen (wodurch eine Verwendung im Freiballon ermöglicht wird), und nach Sonnenuntergang die Beobachtung länger fortzusetzen, als es mit der Augenmethode gelingt.

Um reproduzierbare Bilder zu erhalten, verfertigte man von den Originalnegativen zunächst Diapositive und von diesen neue Negative, beides auf Graphos-Platten; hierdurch sind die Bilder allerdings etwas fleckig geworden. Retouche wurde nur zur Beseitigung von Staubspuren verwendet.

Tafel I zeigt eine einzelne Aufnahme des Aragoschen Punktes. In der unteren Hälfte der Figur ist der mittelste der Polarisationsstreifen hell, in der oberen dunkel, entsprechend der „negativen“ und „positiven“ Polarisation auf den beiden Seiten des neutralen Punktes. Die Höhe des Umkehrpunktes oder der Unterbrechungsstelle über dem Horizont ist auf dem Originalnegativ mit grosser Schärfe auszumessen.

Auf Tafel II ist ferner eine Serie von Aufnahmen des Aragoschen Punktes reproduziert, welche am Nachmittage

des 27. März 1913 erhalten wurde. Der neutrale Punkt ist auf jeder Aufnahme der Deutlichkeit halber durch 2 Pfeile hervorgehoben. Die Höhenänderung zeigt denselben charakteristischen Gang, der auch aus den Augenbeobachtungen resultiert.

Es wurden im Ganzen 19 Photographien des Aragoschen Punktes gewonnen, die eine Ausmessung gestatten. Ist x der Horizontabstand des Punktes in Millimetern, $f = 145$ mm die Brennweite des benutzten Objektivs, so ergibt sich die Winkelhöhe h aus

$$tgh = \frac{x}{f};$$

ist ferner $h\odot$ die aus der mittleren Ortszeit der Exposition berechnete Sonnenhöhe, so wird

$$h + h\odot = \Delta$$

der Abstand des Aragoschen Punktes vom Gegenpunkt der Sonne. Auf diese Weise ergab sich die folgende Tabelle:

Datum 1913	$h\odot$	Δ Arago	Expositions-dauer
27. März nachm.	— 7.0°	$\geq$24.6°	10 Min.
20. „ „	— 5.1°	22.0°	2 Min.
27. „ „	— 4.9°	21.6°	2 Min. 30 Sek.
27. „ „	— 2.4°	19.5°	30 Sek.
20. „ „	— 1.8°	20.6°	20 Sek.
27. „ „	+ 0.4°	23.2°	10 Sek.
26. „ „	+ 3.6°	27.4°	
27. „ „	+ 4.0°	26.6°	3 Sek.
20. „ „	+ 4.5°	27.5°	2 Sek.
6. „ vorm.	+ 6.1°	27.9°	
6. „ mitt.	+ 7.5°	29.0°	
20. „ nachm.	+ 9.6°	29.2°	1 Sek.
27. „ „	+10.6°	28.6°	1 Sek.
18. „ mitt.	+12.2°	27.3°	$^3/_4$ Sek.
19. „ „	+12.6°	28.4°	
26. „ nachm.	+13.0°	30.2°	
27. „ „	+15.0°	29.2°	$^1/_2$ Sek.
27. „ „	+15.5°	29.5°	$^1/_2$ Sek.
26. April mitt.	+23.2°	29.8°	

Diese Beobachtungen (mit Ausnahme der letzten) sind graphisch in Fig. 3 dargestellt, wo zum Vergleich auch

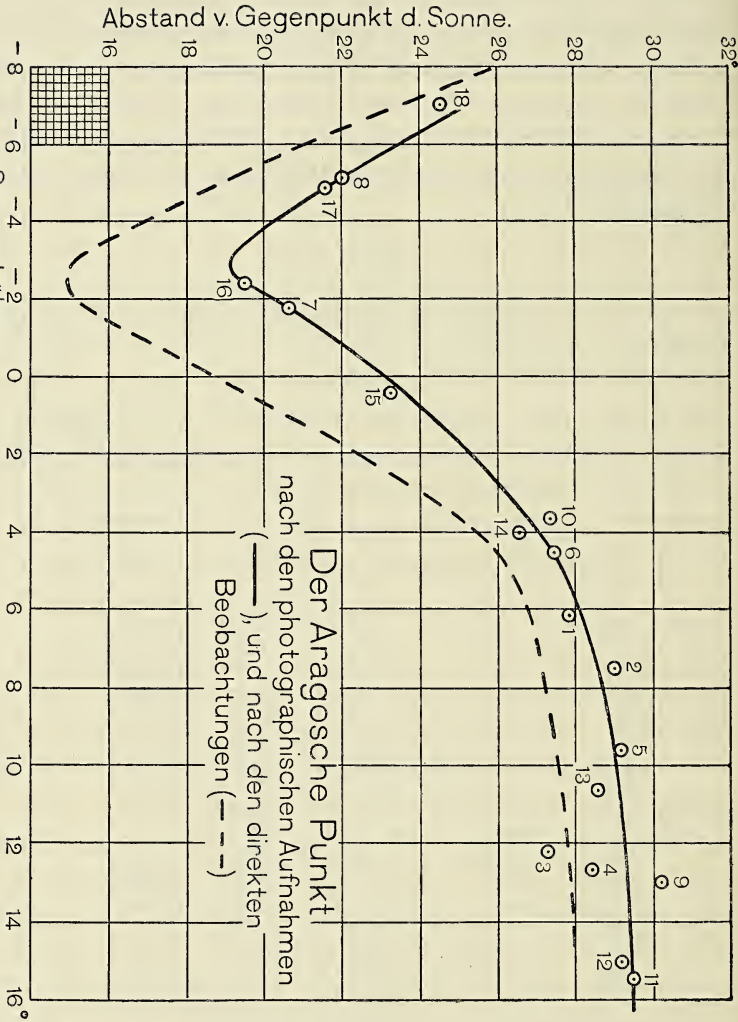

Abstand v. Gegenpunkt d. Sonne.
32°
30
28
26
24
22
20
18
16
– 8 – 6 – 4 – 2 0 2 4 6 8 10 12 14 16°
Sonnenhöhen
Der Aragosche Punkt
nach den photographischen Aufnahmen (——), und nach den direkten Beobachtungen (– – –)

Fig. 3

noch die nach den Augenbeobachtungen resultierende Kurve eingezeichnet ist.

Die beiden Methoden ergeben einen systematischen Unterschied, welcher bei höherem Sonnenstande etwa $1^1/_2{}^0$ beträgt, an der tiefsten Stelle der Kurve aber den Betrag von 4^0 erreicht. Meines Erachtens sind die Abweichungen erheblich zu gross, als dass sie etwa auf die Benutzung des natürlichen statt des astronomischen Horizonts oder ähnliche systematische Fehlerquellen zurückgeführt werden könnten. Sie sind vielmehr, wenigstens qualitativ, als reell zu betrachten.

Dieser Unterschied zwischen der photogrammetrischen und der Augenmethode stimmt mit demjenigen überein, welchen Jensen bei Vorschaltung von grünen und roten Farbfiltern vor das Polariskop gefunden hat.[1]) Hier wurde bei grösseren Sonnenhöhen gleichfalls eine Differenz von 1 bis 2^0 gefunden, die für den tiefsten Punkt der Kurve sogar den Betrag von 8^0 erreichte. Die grösseren Werte ergaben sich bei Bevorzugung der kurzwelligen Strahlen (grünes Glas), die kleineren bei Bevorzugung der langwelligen (rotes Glas); dem entspricht, dass auch die photographische Platte, welche ja gleichfalls die kurzwelligen Strahlen bevorzugt, eine grössere Höhe liefert als die Augenmethode.

Von dem viel schwierigeren neutralen Punkt von Babinet wurden gleichfalls einige photographische Aufnahmen erhalten, welche aber nicht kontrastreich genug für die Reproduktion ausgefallen sind. Man konnte auf mehreren von ihnen sehen, dass die negativen Polarisationsstreifen an der Sonne selbst keine Abschwächung erleiden, sondern ungeschwächt durch sie hindurchgehen; diese Erscheinung ist ja für das Auge wegen der Blendung durch die Sonne sehr schwer wahrzu-

---

1) Busch und Jensen, Tatsachen und Theorien der atmosphär. Polarisation, Hamburg 1911, S. 251.

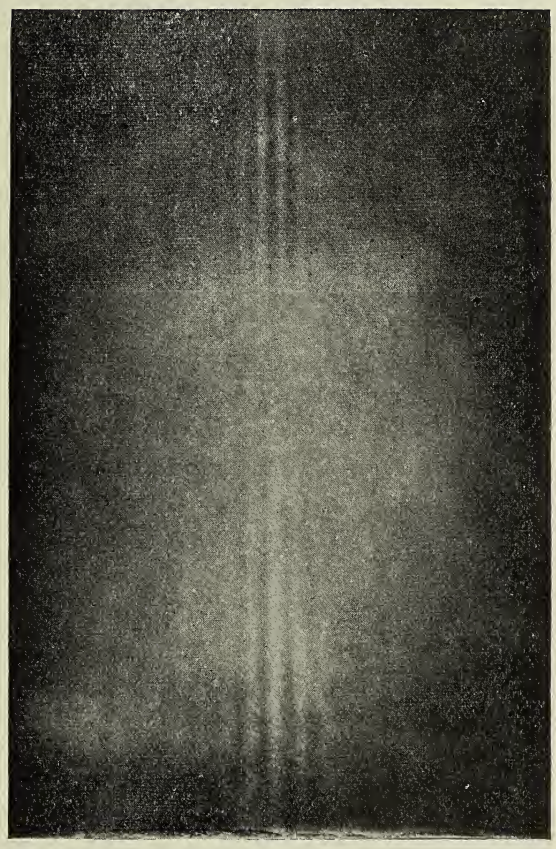
nehmen und verdient deshalb Erwähnung. Eine Ausmessung war bei 4 Aufnahmen möglich, ist jedoch sehr viel unsicherer wie bei den Aufnahmen des Aragoschen Punktes. Die erhaltenen Zahlen sind:

$h\odot$	12.2°	6.8°	3.3°	0.6°
Δ Babinet	25.4°	25.4°	28.9°	25.4°

Die Augenbeobachtungen liefern für dieselben 4 Sonnenhöhen die Werte 25.6°, 30.3°, 31.8° und 24.3°. Es scheint also auch hier ein systematischer Unterschied vorzuliegen, doch gestattet das Material wohl noch keine weiteren Schlüsse.

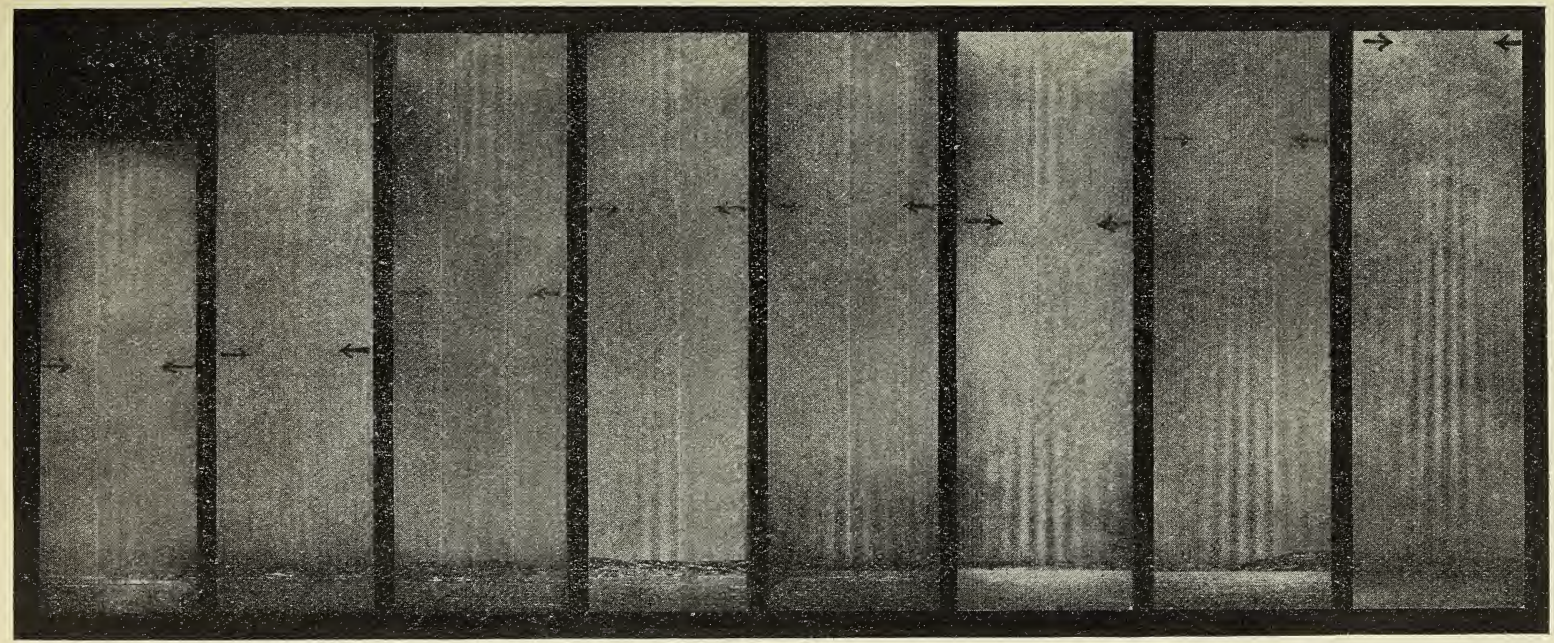
Durch die vorliegende Untersuchung dürfte die Brauchbarkeit der photogrammetrischen Methode für die Verfolgung der neutralen Punkte nachgewiesen und zugleich ein wichtiger Unterschied ihrer Resultate gegenüber denen der Augenbeobachtungen festgestellt sein.

Tafel I.



Photographie von Aragos neutralem Punkt.
Der natürliche Horizont ist ganz unten
im Bilde gerade noch erkennbar.

Tafel II.



Aragos Punkt 27. März 1913 (verkleinert).

$h\odot =$	15.5°	15.0°	10.6	4.0	0.4	−2.4	−4.9	−7.0
Zeit	1^p02	1^p30	3^p36	5^p40	6^p42	7^p33	8^p22	9^p10

Weiter sprach Herr O. Bruns:

Untersuchungen über die Energetik des Herzmuskels.

M. H.! Nach den entsprechenden Vorstudien über die mechanischen Leistungen und Vorgänge am normal arbeitenden und überanstrengten Herzmuskel, aus denen hervorging, dass die Ueberanstrengung und Erschöpfung des Herzmuskels sich regelmässig in einer Erweiterung der Herzhöhlen dokumentiert, nach diesen Vorstudien also habe ich mich neuerdings mit der Untersuchung der energetischen Prozesse beschäftigt, die jenen mechanischen Leistungen zu Grunde liegen.

Ich bediente mich bei meinen Versuchen des myothermischen Verfahrens, das allein uns in den Stand setzt, die mechanischen Leistungen des Herzmuskels mit der Gesamtheit der frei gewordenen Energien, wie sie als Wärme erscheinen, in Beziehung zu setzen.

Bestimmungen des Gaswechsels also des O_2-Verbrauchs und der CO_2-Ausscheidung haben am Skelettmuskel u. a. Herr von Frey und Thunberg, am Herzmuskel Rohde und Weizsäcker ausgeführt. Aber gerade aus diesen Arbeiten geht hervor, dass der Muskel zu intensiver äusserer Arbeit noch fähig ist, lange nachdem der Gaswechsel sistiert hat. Also man kann weder durch die Bestimmung des verbrauchten O_2 noch aus der Bildung von CO_2 und organischen Säuren die der Muskelkontraktion zu Grunde liegende Energieproduktion exakt berechnen.

Myothermische Untersuchungen zwecks Bestimmung der Energiewandlung sind am arbeitenden Skelettmuskel schon von Helmholtz, Heidenhain und Fick angestellt worden. In neuerer Zeit hat besonders Bürker wichtige Beobachtungen beigebracht. Auch um die Ausgestaltung der thermoelektrischen Methodik hat sich dieser Autor verdient gemacht. Die Ein-

führung in die ziemlich komplizierte myothermische Technik verdanke ich Herrn Bürker.

Zwar hatten meine früheren Untersuchungen über die mechanischen Leistungen des Herzmuskels eine weitgehende Aehnlichkeit mit den mechanischen Vorgängen am Skelettmuskel ergeben. Es war aber doch keineswegs angängig, die Erfahrungen und Beobachtungen über die Thermodynamik des Skelettmuskels kurzerhand auf den Ablauf der energetischen Prozesse im Herzmuskel zu übertragen. Und zwar deshalb, weil der Herzmuskel, ganz abgesehen von seinem andersgearteten histologischen Bau, auch physiologisch unter den Körpermuskeln eine Sonderstellung einnimmt. Er besitzt im Gegensatz zur Skelettmuskulatur Vorrichtungen, die ein möglichst gleichmässiges, ich möchte sagen automatisch maschinenmässiges Arbeiten ermöglichen. Dazu befähigen ihn in erster Linie die Einrichtungen, welche im „Alles- oder Nichtsgesetz" verschieden starken Reizen gegenüber zum Ausdruck kommen, sodann das Vorhandensein einer refraktären Periode, die Unfähigkeit zum Tetanus etc. Es wäre also sehr wohl denkbar, dass auch in dem Ablauf der energetischen Prozesse sich diese Sonderstellung des Herzmuskels dokumentierte.

Die myothermische Methodik ermöglicht eine exakte Bestimmung des Gesamtenergieumsatzes beim tätigen Muskel. Das Prinzip dabei ist, dass durch entsprechende Versuchsanordnung die vom Herzmuskel geleistete äussere Arbeit wieder rückgängig gemacht wird. Es ist dann die Energiemenge, welche der Herzmuskel bei seiner Tätigkeit aufgewendet hat — nach dem Gesetz von der Erhaltung der Energie — gleich der Wärmemenge, die im Herzen nach rückgängig gemachter äusserer Arbeit nachweisbar ist. Die so entwickelte Wärme wird thermoelektrisch bestimmt und entspricht dem Gesamtenergieaufwand. Der am Galvanometer abgelesene Wärmeausschlag repräsentiert aber nicht allein die Wärmemenge, welche der Arbeit des Herzmuskels äquivalent ist. Er zeigt

zugleich auch noch die sog. schädliche Wärme an, welche für den Antrieb des Herzmuskels verloren geht und die nur die arbeitende Muskelmaschine erhitzt. Bildet man den Quotienten aus der geleisteten äusseren Arbeit resp. aus der der Arbeit äquivalenten Wärme und der am Galvanometer abgelesenen Gesamtwärme, also dem Gesamtenergieaufwand, so erhält man den Wirkungsgrad der Muskelmaschine, d. h. man erfährt, der wievielte Teil der aufgewandten Gesamtenergie zu äusserer Arbeit verwandt wurde und wieviel Wärme, bzw. Energie nebenher frei wird, die für den Antrieb der Muskelmaschine verloren ist. Bei unseren Dampfmaschinen gehen bekanntlich $^9/_{10}$ des Heizeffekts der Kohlen für den Antrieb der Maschine verloren.

Seine Hubhöhe hat der Herzmuskel gleichzeitig auf ein Kymographium aufgezeichnet, sodass die geleistete äussere Arbeit jederzeit zur Gesamtwärme, bezw. zum Energieumsatz in Beziehung zu setzen ist. Die Versuche sind ausgeführt an Natter- und Aalherzen. Benützt wurde das Grützner'sche Myographion zur Gewinnung isotonischer Zuckungskurven.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen gehe ich zum Gegenstand meiner Untersuchungen über. Ich begann damit, die mechanischen Bedingungen für die Arbeit des Herzmuskels durch Wechsel im Belastungsdruck zu ändern. Es kam mir dabei darauf an, festzustellen, ob mit der Zunahme der Herzarbeit entsprechende Aenderungen im Energieumsatz einhergehen.

Solche Vergleiche zwischen Tätigkeit und Wärmebildung hatten bei den verschiedenen Skelettmuskelgruppen sehr verschiedene Ergebnisse gezeitigt. So können z. B. nach den Untersuchungen von Bürker die Adduktoren des Oberschenkels bei halbem Energieaufwand doppelt soviel Arbeit leisten, als die Wadenmuskeln.

Es fragt sich also, wie reagiert das Herz auf steigende Belastungsdrucke? Nimmt unter Erhöhung der äusseren

Herzarbeit auch der Energieaufwand zu? Ist es ein proportionales Anwachsen beider Faktoren? Oder macht ein Kontraktionsreiz immer dieselbe Menge Spannkräfte frei? Es konnten die Dinge ja auch so liegen, dass sich bei zunehmender Anforderung an den Herzmuskel nur der Wirkungsgrad der Muskelmaschine verschob, dass also unter steigender äusserer Leistung immer grössere Bruchteile der umgesetzten Energiemenge in Arbeit statt in schädliche Wärme sich verwandelten.

Die erzielten Resultate waren folgende: bei langsamer, schrittweiser Steigerung der Belastung des Herzmuskels stieg zwar die äussere Arbeitsleistung, also das Produkt aus Hubhöhe und Gewicht, nicht aber der Energieaufwand. Also ist der Herzmuskel in der Lage, mit demselben Energiequantum ganz verschieden grosse Arbeitsleistungen zu bewältigen.

Es ruft uns dieser bemerkenswerte Befund das für Reize verschiedener Intensität geltende Alles- und Nichtsgesetz in Erinnerung. Die Sachlage ist offenbar folgende: Spricht ein Herz überhaupt auf einen Reiz an, so beantwortet es ihn mit einer maximalen Kontraktion. Gleichzeitig bringt aber auch dieser wirksame Herzreiz eine stets gleichbleibende maximale Menge latenter Spannkräfte zur Umsetzung. Es gibt also das Herz auf einen wirksamen Reiz hin in zweifacher Beziehung alles her, was es hergeben kann, und zwar völlig unabhängig von dem jeweiligen Belastungsdruck. Fick, der sich ja nur mit der Thermodynamik der Skelettmuskeln beschäftigte, hat bezüglich des Herzmuskels die Möglichkeit erwogen, dass hier für jede Kontraktion gewissermassen nur eine Patrone bereit liege mit stets dem gleichen Energiegehalt. Auch O. Frank erklärte angesichts der Tatsache, dass beim Skelettmuskel der Energieverbrauch gleichzeitig mit der zunehmenden mechanischen Leistung steigt: „Ich würde es für zweck-

mässig finden, wenn bei den höheren Belastungen bezw. Leistungen ebensowenig Energie verbraucht würde, als bei den geringeren."

Meine Beobachtungen sind also ein weiterer Hinweis auf die schon anfangs betonte Sonderstellung der Herzmuskelmaschine. Es besteht also eine gewisse Unabhängigkeit zwischen Energieentwicklung und mechanischer Aeusserung der Muskeltätigkeit.

Wie steht es nun aber mit dem relativen Wirkungsgrad des Herzmuskels bei der Aenderung der mechanischen Arbeitsbedingungen? Mit schrittweiser Steigerung des Belastungsdruckes steigt, wie wir sahen, bis zu einem individuell verschiedenen Optimum die äussere Arbeitsleistung des Herzens. Eine entsprechende Zunahme der Wärmebildung bezw. der Energieentwicklung ist aber in meinen Versuchen nicht nachzuweisen. Also muss mit zunehmendem Belastungsdruck bezw. mit zunehmender äusserer Arbeitsleistung des Herzmuskels auch der Wirkungsgrad steigen, d. h. je höhere Anforderungen man an die Herzmuskelmaschine stellt, in desto höherem Masse setzt sie die durch den Herzreiz ausgelösten Spannkräfte und Energiemengen in Arbeit um, desto geringer ist die überschüssige Wärmemenge. Die Herzmuskelmaschine arbeitet also mit steigender Inanspruchnahme immer ökonomischer und rationeller.

Aber noch eine andere Frage aus der Herzphysiologie konnte ich mit der myothermischen Methode entscheiden, nämlich die Frage nach einer aktiv muskulären Diastole.

Der Gedankengang bei meinen Versuchen war der: Ist die Diastole ein aktiv muskulärer, ein Kontraktionsvorgang in bestimmten Muskelsystemen, so muss es dabei zur Entwicklung namhafter Energiemengen kommen. Handelt es sich aber bei der Diastole nur um ein elastisches Auseinanderfedern, um eine Entfaltung der Herzhöhlen durch

nachdrängende Blutmassen, so kann in der Diastole nur so viel Energie entwickelt werden, wie bei der Erschlaffung des kontrahierten belasteten Skelettmuskels, also nach Bürker 5% der Gesamtenergiemenge.

In dieser Richtung angestellte Versuche haben mir nun ergeben, dass die Energieentwicklung im absteigenden Schenkel der Kontraktionskurve des Herzmuskels, also in der Diastole, ebenso gering ist, wie beim Skelettmuskel. Es muss also aus dem Fehlen einer irgendwie namhaften Energieproduktion während der Diastole der Schluss gezogen werden, dass die Diastole auf aktiv muskulären Prozessen nicht beruhen kann.

Ich fasse meine Resultate noch einmal kurz zusammen:

1. Die thermoelektrische Methode erlaubt bei rückgängig gemachter äusserer Arbeit die Gesamtwärmebildung des Herzmuskels und damit den Gesamtenergieumsatz bei jeder einzelnen Herzrevolution festzustellen.

2. Eine gleichzeitige Bestimmung der äusseren Arbeit und der Wärmebildung ergab: die Grösse der geleisteten äusseren Arbeit ist unabhängig von den durch die physiologischen und künstlichen Herzreize freigemachten Gesamtenergiemengen, wie sie als Wärme erscheinen. Schon bei ganz geringen Anforderungen an den Herzmuskel löst der physiologische Herzreiz das Maximum der Spannkräfte bzw. Energien aus, während die äussere Arbeit mit zunehmendem Belastungsdruck noch erheblich ansteigt. Es hat also das Alles- oder Nichtsgesetz Gültigkeit nicht nur für die Reize verschiedener Stärke, sondern auch für den Energieaufwand. Spricht also der Herzmuskel überhaupt auf den Reiz an, so kontrahieren sich nicht nur seine sämtlichen Fasern maximal, sondern es wird auch jedesmal eine maximale Menge latenter Spannkräfte umgesetzt.

3. Die Ausnützung der durch den Herzreiz freigewordenen Energiemengen, also die Umsetzung dieser Energie in äussere

Arbeit, richtet sich dagegen streng nach der Höhe der Anforderung. Je höher der zu überwindende Druck, desto mehr wird von den freigewordenen Energiemengen in Arbeit, desto weniger in nutzlose Wärme umgesetzt. Es steigt also der Wirkungsgrad der Herzmuskelmaschine mit den Anforderungen.

4. Endlich ergeben die Versuche noch, dass in den absteigenden Schenkel der Kontraktionskurve des Herzmuskels, also in die Diastole, nur 5 % der Energie- bzw. Wärmeentwicklung fallen — genau wie beim Skelettmuskel. Es gibt also keine aktive muskuläre Diastole des Herzmuskels.

Umstehend einige Versuchsbeispiele.

I. Versuch				II. Versuch				III. Versuch				IV. Versuch				V. Versuch				VI. Versuch			
Gew. gr.	Wärme	Hub mm.	Arb.	Gew. gr.	Wärme	Hub mm.	Arb.	Gew. gr.	Wärme	Hub mm.	Arb.	Gew. gr.	Wärme	Hub mm.	Arb.	Gew. gr.	Wärme	Hub mm.	Arb.	Gew. gr.	Wärme	Hub mm.	Arb.
5	50	2,5	12,5	9	50	2,33	21,9	9	6,5	2	18	5	8	1,5	7,5	1	9	0,6	0,6	5	17	1,17	5,85
	44				48				7,0				8				9				15		
19	45	1,13	21,0		50				6,7			9	6	1,33	12,0		8			9	16	1,0	9,0
	50				48				6,0				6			5	8	0,5	2,5		14		
	50				50			5	5,7	2.7	13,5	19	6	1,27	24,0		7				16		
	50			19	48	1,33	24,3		5,7				5			1	8	0,6	0,6	29	16	0,33	9,37
29	40	0,80	23,2		51				6,0			29	5	0,83	23,2		8				15	Optimum	
	50				48			9	6,0	2	18			Optimum			10				16	überschr.	
	40	2,1	18,9		50				5,4					überschr.			10			19	16	0,83	15,7
					52				5,6								9				16		
				29	50	1,0	29,0	5	6,3	3	15					5	9	0,53	2,7		15		
					50				5,9								10			9	17	1,0	9,0
					48				6,5								8				16		
				5	52	2,5	12,5										12				17		
					50												8			29	15	0,33	9,57
					50												12				15		0 üb.
																19	13			1	17	1,3	1,3
																	9						
																1	10	0,6	0,6				
																	11						
																	12						
																	12						
																	12						
																	13						
																9	9	0,33	3,0				
																	10						
																1	12	0,6	0,6				
																	12						
																	12						
																	12						
																5	10	0,5	2,5				
																	12						
																	9						
																	8						
																	8						
																	12						
																	12						
																	12						

Ferner sprach Herr Flade:

Ueber Kieselsäuregallerten mit deutlich erkennbaren Strukturelementen (nach in Gemeinschaft mit Herrn Scherffig angestellten Untersuchungen).

(Aus dem Chemischen Institut der Universität Marburg.)

Von R. Zsigmondy und dessen Mitarbeiter W. Bachmann sind eingehende Studien über die Mikrostruktur der gewöhnlichen aus wässerigen Lösungen heraus entstandenen Kieselsäuregallerten zugleich mit solchen über die Gelatine- und Agar-Agar-Gallerten veröffentlicht worden [1]). Die Autoren kommen dabei zu der Auffassung, dass diese Gallerten aus einer festen Gerüstmasse bestehen, die miteinander in Verbindung stehende Hohlräume einschliesst, in denen sich eine Flüssigkeit befindet. Die Strukturelemente, die diese Gerüstmasse bilden, konnten jedoch nicht sicher wahrgenommen werden. Bachmann beobachtete allgemein im Ultramikroskop ein körniges Aussehen der Gallerten und findet speziell bei der Kieselsäure, dass deren festen Gele eine ausserordentlich feine und grossenteils amikroskopische Struktur besitzen.

Inzwischen hatte der eine von uns [2]) gefunden, dass malonsaures Barium Gallerten zu bilden vermag, die eine grosse Aehnlichkeit mit denen der Kieselsäure zeigen, deren Strukturelemente aber im Dunkelfeld und bei einigen auch im Hellfeld sicher erkennbar waren. Es sind relativ lange Kristallfasern, die in der ursprünglichen Gallerte ein filz- oder netzartiges Gerüst bilden, in dessen Zwischenräumen sich eine Flüssigkeit befindet.

---

1) R. Zsigmondy, Ztschr. f. anorg. Ch. 71, 356 (1911). W. Bachmann, ebenda 73, 125 (1912), auch R. Zsigmondy, Kolloidchemie. Leipzig 1912, 151 ff.

2) Fr. Flade, Ztschr. f. anorg. Ch. 82, 173 (1913).

Bei der weiteren Untersuchung dieser Bariummalonatgallerten, die wir begonnen haben, stellte es sich als von grossem Interesse heraus, andere Gallerten daraufhin zu prüfen, ob vielleicht analoge Strukturelemente gefunden werden konnten, und es lag nahe, auch die Kieselsäure mit heranzuziehen. Da nun, wie eben erwähnt, die gewöhnlichen Kieselsäuregallerten wahrscheinlich eine amikroskopische Struktur besitzen, so musste man versuchen, Gallerten mit gröberen Strukturelementen zu bekommen.

Bei den Bariummalonatgallerten wurde gefunden, dass man je nach den Fällungsbedingungen feinere oder gröbere Elemente erhalten kann, und zwar wirkten in erster Linie strukturvergröbernd: Zusatz von Glyzerin und Bildung bei höherer Temperatur. Dies haben wir nun auf die Kieselsäure übertragen. Auch in einer Flüssigkeit, die der Hauptmenge nach aus Glyzerin besteht, vermag Kieselsäure typische Gallerten zu bilden. Die Kieselsäure erzeugten wir entweder nach der gewöhnlichen Methode aus Alkalisilikat und Salzsäure. dabei stellte es sich als vorteilhaft heraus, methylalkoholische Salzsäure zu verwenden, oder wir liessen sich die Kieselsäure durch Verseifung des käuflichen Kieselsäureäthylesters bilden, um zu möglichst reinen Präparaten zu gelangen. Die nach den beiden verschiedenen Verfahren gewonnenen Gallerten zeigten keine prinzipielle Unterschiede voneinander. Recht günstig im Sinne einer Strukturvergröberung wirkte eine Zusatz einer ganz geringen Menge von Ammoniumfluorid. Es ist bekannt, dass bei der künstlichen Darstellung von Quarzkristallen Fluoride kristallvergrössernd wirken. Da wir in der Bildung der Strukturelemente einen Kristallisationsvorgang vermuten, wurden wir zu diesem Zusatz veranlasst.

Untersucht man nun so hergestellte Gallerten in Form von Quetschpräparaten im Dunkelfeld, so kann man deutlich feine Fasern erkennen, die wir als die Strukturelemente der Gallerte ansehen. Am besten sind wegen des grösseren

Unterschieds im Brechungsexponenten für die Untersuchung Proben geeignet, in denen die ursprünglich zum grössten Teil aus Glycerin bestehende Flüssigkeit durch Amylalkohol ersetzt ist.

Das Bedenken, dass die Fasern erst durch die allerdings etwas gewaltsame Art der Herstellung der Präparate entstanden sind, ist unserer Ansicht nach nicht stichhaltig. Wir schliessen dies besonders aus einer systematischen Beobachtung des Aussehens immer stärker gequetschter Präparate. Im Anfang, wenn das Präparat noch ziemlich dick ist, hat es allerdings ein körniges Aussehen, das allerhöchstens Andeutungen dafür zeigt, dass die scheinbaren Körner etwas langgestreckt erscheinen. Aber auch beim Bariummalonat konnte beobachtet werden, dass solche Gallerten, bei denen an ganz ungestörten mit dem Mikrotom geschnittenen Präparaten die primäre faserige Struktur sicher festgestellt war, wenn die Quetschpräparate noch zu dick waren, eine scheinbar körnige Struktur zu sehen war. Quetscht man die Kieselsäuregallerte weiter, so beobachtet man das Auftreten eines streifigen Aussehens und man kann vielfach am Rand beobachten, wie sich die Streifen in einzelne Fasern auflösen. Schliesslich lassen sich durch stärkstes Quetschen die einzelnen Fasern bezw. Bruchstücke davon erhalten. Da die Fasern dann auftreten, wenn sie bei genügender Dünne der Präparate sichtbar werden können, so ist die Annahme berechtigt, dass die Fasern schon von vorneherein vorhanden sind und dass wir in ihnen die Strukturelemente der Gallerten zu sehen haben.

Eine ausführliche Mitteilung über diesen Gegenstand soll an anderer Stelle erscheinen.

Im Anschluss an den Vortrag dieser Mitteilung wurden wir von Herrn Professor Kutscher darauf aufmerksam gemacht, dass der Glaskörper des Auges, der die mechanischen Eigenschaften einer Gallerte zeigt, ebenfalls aus einem Gerüstwerk von Fasern besteht, in dessen Zwischenräumen sich eine

Flüssigkeit befindet [1]). Hierdurch wird in interessanter Weise unsere Vermutung bestätigt, dass allgemein solche Systeme: genügend feines mit Flüssigkeit durchtränktes Fasergerüst, mechanisch Gallerten sind. Die besonderen mechanischen Eigenschaften einer Gallerte werden dann bedingt sein durch die Dimensionen und die mechanischen Eigenschaften der einzelnen Fasern, durch die Art wie sich aus ihnen das Gerüst aufbaut und durch die physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeit, in erster Linie innere Reibung und Oberflächenspannung. Wie das Fasergerüst entstanden ist, ob durch einen Kristallisationsvorgang, ob von dem lebenden Organismus gebildet oder sonst in irgend einer Weise, das bedingt natürlich keinen wesentlichen Unterschied in Bezug auf die Eigenschaften der Gallerten als mechanische Systeme.

Ob die genannte Möglichkeit die einzige ist, nach der Systeme mit den mechanischen Eigenschaften von Gallerten aufgebaut sein können, muss noch unentschieden bleiben.

---

1) Vgl. die Lehrbücher der Anatomie, sehr schöne Abbildungen bei L. Bach und R. Seefelder. Atlas zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges, Leipzig 1911/12, Tafel 20—23.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 3 März 1914

In der Sitzung vom 6. März hielt Herr A. Thiel den Vortrag:

Ueber die wässerige Lösung der Kohlensäure

(nach Versuchen in Gemeinschaft mit Herrn Strohecker) (mit Experimenten).

Der Vortragende streifte zunächst die Umstände, die es bisher verhindert haben, den Zustand gelöster Stoffe vollkommen aufzuklären. Während wir über den ionisierten Anteil der Gesamtkonzentration durch die Methoden der Molekulargewichtsbestimmung und insbesondere auch durch diejenigen Verfahren Aufschluss erhalten, die sich auf die elektrischen Eigenschaften der Spaltungsprodukte gründen, haben die Bemühungen, den Grad der etwaigen Vereinigung des gelösten Stoffes mit dem Lösungsmittel, also den Grad der „Solvatation" des gelösten Stoffes, zu bestimmen, noch keine eindeutigen Ergebnisse geliefert. Diese Frage ist aber von ausserordentlicher Bedeutung für die Erforschung des Zusammenhanges zwischen Affinitätskonstante und Konstitution in solchen Fällen, in denen sich der Elektrolyt erst durch Hydratation aus einem Anhydrid bei dessen Auflösung in Wasser bildet, wie bei Ammoniak und den Aminen sowie bei Säureanhydriden. Unter den letzteren beansprucht be-

sonderes Interesse das Kohlendioxyd, dessen Lösung in Wasser ja die wässerige Kohlensäure bildet. Ihre Stärke ist unter der Annahme, dass praktisch alles Anhydrid zur Bildung der Säure benutzt würde, nach dem Ergebnis von Leitfähigkeitsbestimmungen viel kleiner gefunden worden, als man nach den Beziehungen zur Ameisensäure und zu anderen aliphatischen Säuren erwarten sollte.

Es wurde nun gezeigt, dass in diesem Falle gerade besonders günstige Verhältnisse vorliegen, die einen Einblick in den Zustand der wässerigen Kohlensäure gestatten.

Die Verfolgung der früher mitgeteilten (und durch Versuche erläuterten) Beobachtung, dass Basen auf wässerige Kohlensäure nach Art einer Zeitreaktion einwirken[1]), hat die erforderlichen Unterlagen zur Bestimmung der „wahren" Stärke der Kohlensäure geliefert. Danach reagiert nur ein kleiner Bruchteil der Gesamtkonzentration solcher Lösungen praktisch momentan mit Basen (wie alle echten Säuren), die Hauptmenge dagegen langsam. Die analytische Bestimmung des ersteren Teiles gelang nach einer Methode, deren Einzelheiten erörtert und z. T. demonstriert wurden. Aufgrund der so gewonnenen Ergebnisse erweist sich die in derartigen Lösungen fertig gebildete Kohlensäure als eine Säure, die mindestens so stark sein muss, wie Ameisensäure, wahrscheinlich aber noch wesentlich stärker. Damit ist die bisherige Ausnahmestellung der Kohlensäure unter den Kohlenstoffsäuren beseitigt.

Des weiteren demonstrierte der Vortragende die Methodik, die der Aufklärung des Mechanismus der Zeitreaktion zwischen Kohlendioxyd und Basen diente. Sie beruht auf der koloriskopischen Verwertung der „Säurestufen"[2]). Genaue Messungen bei 4° lieferten das Ergebnis, dass die Reaktionsgeschwindigkeit der Konzentration des freien Kohlen-

1) Diese Sitzungsberichte, 1912, S. 131.
2) Ebenda S. 141.

dioxyds und des Hydroxylions direkt, der Konzentration des gebildeten Bicarbonats aber umgekehrt proportional ist; der Proportionalitätsfaktor beträgt 0,38. Demnach ist die genannte Zeitreaktion eine autokatalytisch verlangsamte bimolekulare Reaktion.

Endlich wurden noch Versuche besprochen und z. T. demonstriert, um die Hydratation des Kohlendioxyds, die allem Anscheine nach in alkalischer Lösung ganz zurücktritt, in sauren Lösungen aber wohl sehr rasch verläuft, erkennbar und vielleicht auch der Messung zugänglich zu machen. Sie scheint durch Phenole in erwünschter Weise verlangsamt zu werden.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 4 Mai 1914

In der Sitzung vom 13. Mai 1914 sprach Herr W. Harms:

Ueber die innere Sekretion des Hodens und Bidder'schen Organs von Bufo vulgaris Laur.

(Aus dem Zoolog. Institut der Universität Marburg).

(Mit 1 Figur.)

Das Problem der Verknüpfung der Genitales essentiales mit den accidentales, also Keimdrüsen mit sekundären Geschlechtsmerkmalen im weiteren Sinne, ist ein altes.

Schon Darwin ist dieser Frage näher getreten. Eine rationelle Forschungsmethode hat hier jedoch erst die Verbindung der experimentellen Morphologie mit der Physiologie gezeitigt. Berthold war der erste, der bei Hähnen einwandfrei feststellte, dass die männlichen sekundären Merkmale von den Hoden abhängig sind. Er kastrierte junge Hähne und konstatierte, dass jene Merkmale nicht entstanden; wenn er aber die Keimdrüsen gleichzeitig wieder transplantierte, etwa unter die Haut, so blieben die Merkmale erhalten. Danach schien es also, als ob die Merkmale lediglich in ihrer Entwicklung von den Keimdrüsen abhängig wären.

Komplizierter wurde die Frage erst, als man der Analyse des Ablaufs dieser Beeinflussung näher trat. Es handelte sich

um die fundamentale Frage, ist sie nervöser oder humoraler Art oder kombiniert? Wenn man nun eine Keimdrüse auf eine fremde Körperstelle transplantiert, so sollte man meinen, sie könnte nur durch das Blut wirken, da ja die Nerven vorerst ausgeschaltet sind und die alten Bahnen nicht wieder hergestellt werden können. Indessen könnten doch neue Bahnen entstanden sein. Diese Frage zu klären bedarf es also anderer Methoden. Als die Lehre von der inneren Sekretion, begründet durch Brown-Séquard, in den letzten Jahren immer mehr an Boden gewann, wirkte sie auch auf unser Problem ein. Man versuchte auch für die Keimdrüsen, wie für die übrigen endocrinen Drüsen eine innere Sekretion nachzuweisen. Am klarsten ist das für den Brunstreiz gelungen, der den Hauptanteil der Sexusmerkmale darstellt. Der Ablauf ist hier beim Frosch so, dass das innere Sekret des Hodens etwa auf ein Hemmungszentrum einwirkt, den Tonus aufhebt und die Brunsterscheinungen hervortreten lässt. Man kann das klar am Froschkastraten erkennen, der jeden Brunsttrieb eingebüsst hat. Injiziert man ihm, wie das Steinach und ich gleichzeitig getan haben, Hoden- oder Ovarialsubstanz, so klammert das Tier innerhalb weniger Tage wie ein normales. Weniger einwandfrei ist der Verlauf der Einwirkung der Keimdrüsen auf die Kopulationsorgane dargelegt. Nussbaum und Meisenheimer glaubten, dass auch durch Injektion bei Kastraten ein Wiederwachsen der Brunstschwielen bewerkstelligt werden könnte. Wie meine Versuche und die von Smith ergeben haben, ist das jedoch auf eine falsche Deutung der Tatsachen zurückzuführen. Ein Froschkastrat büsst nämlich nicht vollständig seinen Geschlechtszyklus ein; alljährlich kommen auch hier, wie bei vielen anderen Tieren, leise Anklänge an frühere Brunsterscheinungen vor, die man wohl als einen zerebralen Geschlechtstrieb gedeutet hat. Das Soma ist wahrscheinlich durch Vererbung soweit geschlechtlich abgestimmt, dass auch die Fortnahme der Keimdrüsen diese männliche oder weib-

liche Differenzierung nicht ganz zum Schwinden bringen kann, wie das auch die Versuche an Insekten dartun.

Diese normale bei Kastraten auftretende Vergrösserung der Daumenschwielen hatten Nussbaum und Meisenheimer für Einwirkung der Injektion oder Implantation gehalten. Weitere Versuche, um das nur kurz zu erwähnen, führten mich nun zu der Annahme, dass das Sekret des Hodens auf die zugehörige Schwiele spezifisch wirken müsse, was ja auch sehr gut mit der Hertwig'schen Annahme der biochemischen Differenz der Organismen, wie auch mit den neuesten Abderhalden'schen Anschauungen über die Spezifität der Zelle übereinstimmt.

Diese individuelle Spezifität ist aus folgenden Versuchen zu schliessen. Transplantiert man die normale Daumenschwiele A auf den normalen Frosch B, so heilt sie wohl ein, wird aber zurückgebildet und in gewöhnliche Haut metaplasiert.

Eine homoplastisch oder auch heteroplastisch transplantierte Schwiele wird also ihrer Sexusmerkmale entkleidet, weil ein biologisch fremdes Sekret nicht auf sie einzuwirken vermag. Ist dieses tatsächlich der Fall, müsste bei einer Rücktransplantation auf den Spender die Schwiele wieder zu einer typischen Daumenschwiele werden. Das trifft wirklich zu, wie mehrere Experimente gezeigt haben. Um noch einen weiteren Beweis für die individuelle Spezifität des inneren Sekrets der Keimdrüsen zu haben, versuchte ich, die biologische Differenz zwischen zwei normalen Froschmännchen auszuschalten, indem ich mehrere aufeinander folgende Blutinfusionen vornahm. Transplantierte ich dann eine Schwiele homoplastisch, so blieb sie solange erhalten, als die Blutinfusion von Zeit zu Zeit fortgesetzt wurde. Damit ist also die Wirkungsweise der inneren Sekrete auch auf die Kopulationsorgane klargelegt.

Eine weitere stark umstrittene Frage ist, welche Elemente der Keimdrüse das innere Sekret liefern: die Keim zellen oder das Interstitium und weiter, können auch weib-

liche Keimdrüsen im männlichen Soma den Sexuscharakter aufrechterhalten? Das letztere ist für die Brunsterscheinungen, wie das Steinach und ich gezeigt haben, bis zu einem gewissen Grade der Fall. Dagegen nicht für die Kopulationsorgane und die Sexualkonstitutionsmerkmale, hier wirken die Keimdrüsen hemmend auf die in der Anlage vorhandenen andersgeschlechtlichen Merkmale ein. Als sicherster Beweis dafür kann das Steinach'sche Experiment der Umwandlung junger Ratten- und Meerschweinchenmännchen in weiblich gestaltete Tiere durch Ovarialtransplantation gelten. Beide erwähnten Fragen können nun durch das Experiment bei der Kröte der Lösung näher gebracht werden, wo die Natur uns selbst Fingerzeige für zielbewusste Eingriffe gegeben hat.

Bei unserer gewöhnlichen Kröte *Bufo vulgaris* liegt beim Männchen und Weibchen zwischen Ovarium bezw. Hoden und Fettkörper ein je nach der Jahreszeit mehr oder weniger umfangreiches Organ, welches wir nach Bidder als das Bidder'sche Organ bezeichnen, das heute meistens als rudimentäres Organ gedeutet wird, dessen Funktionen uns aber durchaus unklar sind. Es sei kurz auf die Embryologie und Morphologie dieses interessanten Organs eingegangen.

Das Bidder'sche Organ liegt am vorderen Ende des Hodens, zwischem letzterem und dem Fettkörper, der Name wurde ihm von Spengel beigelegt. Entdeckt wurde das Bidder'sche Organ schon 1758 von Rösel von Rosenhoff, er sah es als einen Teil des Fettkörpers an. Rathke erklärte es 1825 als ein Teil des Hodens. Jacobson (1828) war der erste, der es für ein rudimentäres Ovar und die Kröte für hermaphrodit erklärte. Diese Ansicht wurde später von einer Reihe von Autoren geteilt: Wittich 1853, La Valette St. George, Nussbaum, Bourne, Cerruti und Ognew. Eine vermittelnde Stellung nahm 1886 Hoffmann ein, er erklärte das Bidder'sche Organ für eine rudimentäre Zwitterdrüse. Bidder, nach dem das Organ

seinen Namen trägt, erklärte 1846 das Bidder'sche Organ für eine Abteilung des Hodens, und zwar eine auf einer niedrigen Entwicklungsstufe stehen gebliebene, welche die Bildung des Spermas, besonders der Spermatogonien vorbereitet. Auch Leydig und Spengel erklärten es für ein accessorisches männliches Organ und nicht für ein Ovarium. Spengel gibt hauptsächlich drei Gründe an, die gegen die Natur des Ovariums sprechen: 1. das Fehlen des Hohlraums im Bidder'schen Organ, des Dotters und Pigmentes; 2. weil sich das Bidder'sche Organ auch bei Weibchen vorfindet, und 3. weil das Bidder'sche Organ auch bei Hermaphroditismus vorkommt.

Wichtig ist besonders der erste Punkt. Die dort angeführten Befunde sind aber von Knappe und King widerlegt worden. Die angeführten neueren Autoren sprechen dann auch ohne Bedenken dem Bidder'schen Organ die Natur eines rudimentären Ovars zu.

Gehen wir zur weiteren Klärung kurz auf die Genese dieses Organs ein, die von Knappe und King klargestellt wurde. Nach King tritt das Bidder'sche Organ bei einer Kaulquappe von 15—18 Tagen auf, und zwar in der vorderen Partie der Keimleiste, die sich viel schneller entwickelt als die mittlere und hintere. Schon bevor die Geschlechtsdifferenzierung eintritt, hat das Bidder'sche Organ eine beträchtliche Grösse erreicht. Die Urkeimzellen sollen sich nach King zucrst mitotisch teilen, später jedoch amitotisch. Die Zellen verhalten sich zuerst genau wie Oogonien bezw. Oocyten, indem sie Dotter bilden und sich mit Peritonialepithel umgeben. Bei der eben metamorphorisierten Kröte ist das Bidder'sche Organ schon gut entwickelt, die Keimdrüse aber noch indifferent. Die Zellennester lösen sich jetzt im Bidder'schen Organ durch Stromawucherung auf. Die jungen Eier liegen an der Peripherie, die alten rücken in's Zentrum vor.

Eine Dotterbildung findet statt, jedoch nur bis zu einem bestimmten Grade, eigentliche Dotterschollen wie beim aus-

gebildeten Ei kommen nicht vor. Der Kern, dessen Chromatin Spirembildung, oft auch Lampenbürstenformation zeigt, geht bald eigentümliche Umwandlungen ein, die von mehreren Autoren (King, Aimé, Ognew) beschrieben worden sind. Viele Eier gehen einfach zu Grunde, in derselben Weise wie auch sonst in Amphibien viele Eier absorbiert werden. In den Wintermonaten dagegen kommt es zu einer eigenartigen Sekretbildung. Das körnige Sekret verhält sich ganz ähnlich wie das des Interstitiums, es löst sich in Xylol und Kanadabalsam und färbt sich mit Osmiumsäure. Diese Masse wird durch einwuchernde Blutgefässe resorbiert, sodass wir hier eine wirkliche innere Sekretion vermittelst des Blutstroms beobachten können.

Ueber das Vorkommen des Bidder'schen Organs sei nur so viel gesagt, dass es allen männlichen Bufoniden zukommt, den weiblichen jedoch von Ende des zweiten Lebensjahres an fehlt. Eine Ausnahme macht nur *Bufo vulgaris*.

Beim Männchen von *Bufo vulgaris* ist der Cyklus nach Ognew, dem ich beistimmen kann, so, dass Hoden und Bidder'sches Organ für einander vikarieren. Während der Spermatogenese und der höchsten Ausprägung des Interstitiums, von Juli bis Oktober, ist das Bidder'sche Organ klein, während es dann im Winter bis zur Brunst den Höhepunkt seiner Ausprägung erreicht.

Ich gehe jetzt zu eigenen Versuchen über, die in der Hauptsache darauf abzielen, jene erwähnte Frage zu beantworten und damit auch die Bedeutung des Bidder'schen Organs darzulegen. Ich habe mich vorerst auf das Krötenmännchen beschränkt. Zur Zeit der Kopulation kann man im Frühling massenhaft *Bufo vulgaris* erhalten, zuerst nur Männchen, später dann auch Weibchen. Im Sommer und Herbst trifft man wohl in Gärten auch noch Weibchen an, nie aber Männchen, die scheinbar in der Erde leben. Meine Untersuchungen stellte ich an frisch gefangenen Tieren an. Hoden sowohl wie Bidder'sches Organ lassen sich leicht

an der Ventralseite durch Schnitt entlang der Linea alba herausnehmen. Eine Verheilung erfolgte glatt innerhalb weniger Wochen.

Es wurden vier Versuchsserien angelegt:

I. Hoden und Bidder'sches Organ herausgenommen;
II. Hoden allein herausgenommen;
III. Bidder'sches Organ allein herausgenommen;
IV. wie I, aber Bidder'sches Organ wieder transplantiert.

Alle diese so operierten Tiere wurden neben Kontrolltieren ein Jahr beobachtet. Es wurde natürlich besonders auf die sekundären Merkmale, also Daumenschwiele und Brunstzeichen, ausserdem auf den allgemeinen Zustand der Tiere geachtet.

Wir gehen zunächst auf die Tiere in Serie I ein. Bis zum Beginn des Frühlings verhielten sich diese Tiere durchaus wie reine Kastraten, d. h. die sekundären Merkmale bildeten sich zurück und der Brunstreiz war nicht mehr auszulösen. Als die Tiere jedoch Anfang März 1914 aus dem Winterschlaf erwachten, zeigten sich ganz eigenartige Erscheinungen. Vorerst sei bemerkt, dass die Tiere auch nach dem Winterschlaf sehr fett waren, ein Zustand, der bei reinen Kastraten oft beobachtet wird. Bei den Tieren fiel zunächst auf, dass sie sich nur schwerfällig bewegten und nach einigen Tagen kaum noch auf Reize reagierten. Man konnte sie ruhig auf dem Rücken legen, ohne dass sie sich aufrichteten. Schon im Februar war die Haut dieser Tiere merkwürdig trocken geworden. Bald zeigte sich, dass sie nicht mehr imstande waren sich zu häuten. Bei der Sektion lagen drei Häute übereinander. Mund und Nase der Tiere waren in den letzten Tagen vor dem Ende stark verschleimt. Die Tiere hatten offenbar Atembeschwerden, zumal die Hautatmung gänzlich sistierte. Die Sektion ergab eine stark mit Luft gefüllte Lunge, teilweise war das Gewebe weisslich verfärbt. Leber und Gallenblase waren ausserordentlich stark vergrössert. Der Darm enthielt streckenweise viel Luft.

Alles deutet darauf hin, dass die primären Ursachen für den Tod die Atembeschwerden waren, worauf auch die Füllung des Darms mit Luft hindeutet. Der Fettkörper war, wie auch sonst bei Kastraten, weiss.

Bei der Serie II war nur das Bidder'sche Organ entfernt. Die Brunstmerkmale verhielten sich hier wie bei normalen Tieren, nur der Klammerungsreiz war bedeutend herabgesetzt, sodass die Tiere wahrscheinlich keine normale Begattung hätten ausführen können. Ich sage wahrscheinlich, weil auch diese Tiere ausnahmlos aus demselben Grunde eingingen wie die Tiere der Serie I. Der Hoden bei diesen Tieren war durchaus normal, sodass die Behauptung mancher Autoren, das Bidder'sche Organ sei für die Entwicklung der Funktion der Samenzellen nötig, nicht zutrifft. Da bei diesen Tieren das Bidder'sche Organ allein fehlte, der Hoden aber intakt war, so muss man wohl zunächst annehmen, dass das Bidder'sche Organ von lebenswichtiger Bedeutung ist. Eine Behauptung, die schon Policard 1911 in einer kurzen Mitteilung bewiesen zu haben glaubte. Es handelte sich aber nur um kurzfristige Versuche, auch fehlt das Datum der Operation, sodass die Tiere wohl an der Operation selbst gestorben sein werden. Aimé hat 1909 die Versuche Policards widerlegt und glaubt, die Tiere könnten auch ohne Bidder'sches Organ leben. Auch Aimé hat den zu exakten Schlüssen nötigen Jahrescyklus nicht abgewartet.

Er schliesst weiter aus den Versuchen, dass der Hoden allein nicht imstande ist, alle Sexuscharaktere aufrechtzuerhalten, der Klammerungsreiz, der zur Begattung nötig ist, schwindet. Trifft dies tatsächlich zu, so muss nun darüber Serie III Aufschluss geben, wo die Bidder'schen Organe allein im Körper verblieben sind. Um die Wirkungsweise zu verstehen, müssen wir den jährlichen Cyklus im Bidder'schen Organ verfolgen. Während die Hoden im Frühling nach der Brunst erschöpft sind und in der Brunstzeit den

Höhepunkt ihrer Entwicklung aufweisen, sind die Bidder-schen Organe besonders stark in den Wintermonaten entwickelt, jedenfalls sind die Eier dann vollständig mit osmierbarem Sekret angefüllt, das auch nachweisbar ins Blut übertritt. Im Februar geht das Organ immer mehr zurück, um im Spätsommer den niedrigsten Grad seiner Entwicklung zu zeigen.

Ganz entsprechend verhalten sich nun auch die Daumenschwielen in ihrer Ausprägung. Sie bleiben bei alleiniger Anwesenheit des Bidder'schen Organs bis zum Sommer durchaus normal, während die Schwielen der Tiere mit intakten Keimdrüsen jetzt sich etwas zurückbilden. Im Herbst jedoch, wenn die normale Schwiele den Höhepunkt erreicht, gehen die Schwielen der Serie III zurück und wachsen erst wieder von November-Dezember an, werden aber nicht so stark wie normale Schwielen. Der Brunsttrieb ist normal ausgeprägt. Ich habe die Tiere der Serie III sich durchaus normal begatten sehen. Die Hoden schienen also mehr die Daumenschwielen zu begünstigen, das Bidder'sche Organ mehr die Brunsterscheinungen. Krankhafte Erscheinungen, wie bei Serie I, II, waren hier nicht zu konstatieren.

Ganz ähnliche Resultate ergab die Serie IV, wo nach Entfernung von Hoden und Bidder'schem Organ letzteres in den Lymphsack transplantiert wurde. Das Organ wächst tadellos ein, jedoch habe ich hier noch keinen Jahrescyklus beobachten können, sodass weiteres noch nicht gesagt werden kann.

Dass Hoden und Bidder'sches Organ auch in gewisser Weise kompensatorisch mit einander verknüpft sind, zeigt ein Befund, den ich vor einigen Tagen bei einem Tier der Serie III erhalten habe. Ich nahm hier eine Probelaparotomie vor und sah, dass das Bidder'sche Organ ein Jahr nach Fortnahme der Hoden auf das Fünffache an Volumen zugenommen hatte. Also ein Fall von kompensatorischer Hypertrophie. Das Organ war jedoch im übrigen vollständig normal geblieben. Ich hatte allerdings erwartet,

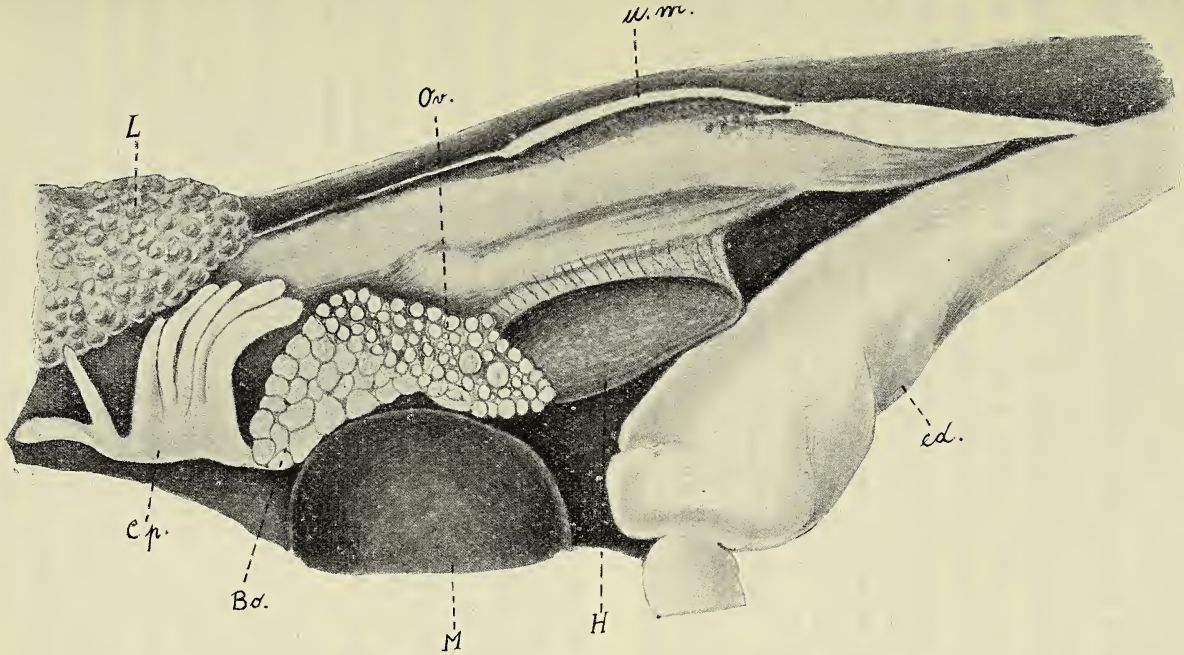
dass es sich in irgend einer Weise umdifferenzieren würde, zumal das Vorkommen von normalen Eiern gar nicht so selten ist.

Derartige Fälle sind 1876 von Spengel bei *Bufo cinereus* und *Pelobates fuscus,* neuerdings auch von King und Cerruti beschrieben worden. Ich habe alle Uebergänge der Eier des Bidder'schen Organs in normale Eier auffinden können, sodass wir hier Tiere haben, die neben Hoden und Bidder'schem Organ auch noch ein Ovar besitzen. Ich lege einen solchen Fall vor (Fig. 1). Bemerkt sei, dass das Tier ein durchaus normales Männchen mit gut ausgeprägten Daumenschwielen war. Auch eine normale fruchtbare Begattung hatte es ausgeführt. Bei einem andern derartigen Tiere habe ich die Hoden entfernt und das Bidder'sche Organ mit Ovar transplantiert, um zu sehen, wie sich jetzt diese weiblichen Organe im rein männlichen Körper ohne Einfluss der Hoden verhalten würden.

Wir müssen nun auch auf Grund unserer Versuche die Frage aufwerfen, welche Zellelemente das innere Sekret der Keimdrüse liefern. Die neuen Autoren, vor allem Steinach, Bouin und Ancel, Tandler schreiben diese Funktionen dem Interstitium zu. Nun gibt es aber im Bidder'schen Organ kein Interstitium, trotzdem kann es z. B. den Brunsttrieb vollkommen aufrecht erhalten. Das Sekret dieser Drüse bildet sich tatsächlich in den Eiern, die sich aus Urkeimzellen herleiten. Die Follikelzellen spielen, wenn überhaupt, eine vermittelnde Rolle, indem sie die letzten Reste des Sekrets aufnehmen und an die Leukocyten abgeben.

Wir haben also hier einen Fall, wo ein inneres Sekret von Keimzellen, wenn auch ihrer ursprünglichen Funktion entfremdet, produziert wird, ähnlich wie z. B. auch beim Regenwurm das innere Sekret nur von Keimzellen des Hodens geliefert werden kann, da ein Interstitium hier fehlt.

Es läge daher auch die Annahme nahe, dass wir es mit den interstitiellen Zellen der Vertebratenkeimdrüsen



Figur 1. Situsbild des zwittrigen Geschlechtsapparates von Bufo vulgaris.
Bo Bidder'sches Organ, *Cp* Corpus adiposium, *ed* Enddarm, *H* Hoden, *L* Lunge, *M* Milz, *Ov* Ovarium, *um* Uterus masculinus. (Etwa 4 mal vergrössert.)

ebenfalls mit Keimzellen zu tun haben, die ihre ursprüngliche Funktion zu gunsten ihrer Aufgabe als sexuelle Hilfsorgane aufgegeben haben, also ein Prozess der Arbeitsteilung, wie wir ihn immer wieder in dem Tierreich beobachten.

Die funktionelle Bedeutung des Bidder'schen Organs wäre also, soweit meine Versuche bis jetzt ein Urteil zulassen, so zu charakterisieren, dass es die psychischen Brunsterscheinungen auslöst, während es für die Ausprägung der Kopulationsorgane (Daumenschwiele) nur in untergeordnetem Masse herangezogen wird. Eine weitere Hauptaufgabe scheint die zu sein, dass sie im Frühling vor der Brunst den nunmehr auftretenden starken Stoffwechsel während der Fortpflanzungsgeschäfte anregt, worauf ja ihre Aufgabe der Aufrechterhaltung der Brunstreize hindeutet. Als Beweis dafür muss die Lebenswichtigkeit des Organes in dieser Zeit angesehen werden.

Literatur:

Aimé, P., und Champy, Chr., Les cellules interstitielles de l'organe de Bidder du Crapaud. C. R. Ass. Anat. II. Réun. 1909.

— Note sur l'ablation de l'organe de Bidder du Crapaud. C. R. Soc. Biol. Paris. Tome 67, 1909.

Cerruti, A., Sopra due casi di anomalia del' apparato reproduttore nel Bufo vulgaris. Laur. Anat. Anz. Bd. XXX. 1907.

Harms, W., Die Brunstschwiele von Bufo vulgaris und die Frage ihrer Abhängigkeit von den Hoden oder dem Bidder'schen Organ; zugleich ein Beitrag zu der Bedeutung des Interstitiums. Zool. Anz. Bd. 42. 1913.

King, Helen Dean, The Structure and Development of Bidders Organ in Bufo lentiginosus. Journ. of Morph. vol, XIX. 1908.

— Some Anomalies in the Genital Organs of Bufo lentiginosus and their probable Significance. Am. Journ. of Anat. vol. X. 1910.

Knappe, E., Das Bidder'sche Organ. Morph. Jahrb. Bd. XI. 1886.

Spengel, J. W., Das Urogenitalsystem der Amphibien. Arbeiten a. d. zool. Instit. Würzburg. Bd. III. 1876.

Policard, A., Note sur les effects de l'ablation et de la greffe de l'organe de Bidder du Crapaud. C. R. Soc. Biol. Paris. Tome 52, 1900.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 5 Juni 1914

In der Sitzung vom 24. Juni 1914 sprach Herr Jores:

Ueber den Umbau des Leberparenchyms bei der Cirrhose und über die Ursache des Ascites bei dieser Erkrankung.

(Vorläufige Mitteilung.)

Durch die Untersuchungen von Kretz sind wir darüber unterrichtet worden, dass die Bildung der Parenchyminseln bei der Lebercirrhose durch einen auf Regenerations- und Kompensationswucherung beruhenden Umbau des Leberparenchyms zustande kommt. Kretz hat bei dieser Gelegenheit auch eine neue Erklärung für die Entstehung der Stauung im Pfortaderkreislauf und damit für die Entstehung des Ascites gegeben. Diese Erklärung lautet:

„Durch Abschmelzen des Parenchyms kommt es mit dem kompletten Zugrundegehen von ganzen Acinis zum Ausfall der entsprechenden Anzahl von Zentralvenen und der zugehörigen Leberkapillaren und es tritt eine Verschmälerung insbesondere der den grössten Durchströmungswiderstand bietenden Kapillarbahn ein.“ Dazu kommt noch, dass, wie aus dem Eindringen der Flüssigkeit bei künstlicher Injektion gefordert werden kann, eine besondere Zirkulationserschwerung in den eingeschalteten Parenchyminseln gegeben ist. Diese geben ihr Blut zum Teil nicht direkt an die Zentralvenen

ab, sondern erst am Umwege der verschmälerten acinösen Bahn gelangt es dorthin; der kapillare Gefässmantel mit den inneren Pfortaderwurzeln ist beträchtlich verbreitert, seine Entleerung in die Zentralvene durch die Acinusseite aber erschwert. Dazu kommt noch Vermehrung der arteriellen inneren Pfortaderwurzeln. Der vermehrte Zufluss des arteriellen, unter höherem Druck stehenden Blutes steigert den kapillaren Gefässdruck und erschwert somit den Abfluss des Pfortaderblutes gleichfalls.

Diese Theorie von Kretz hat im allgemeinen Anerkennung gefunden; Sternberg gibt sie in Aschoffs Lehrbuch der pathol. Anatomie vereinfacht in der Form wieder, dass er den Ascites bei Lebercirrhose auf die Lage der Lebervenen ausserhalb der Parenchyminseln zurückführt.

Ich habe mir die Frage gestellt, ob die wechselnden Beziehungen des Ascites zur Lebercirrhose in dem histologischen Verhalten der Gefässe eine Erklärung finden können. Es ist bekannt, dass der Ascites nicht nur bei geringen Graden der Cirrhose, sondern auch manchmal bei fortgeschrittenen Stadien der Erkrankung fehlen kann. Nicht selten liegen in solchen Fällen nicht die gewöhnliche atrophische Lebercirrhose, sondern andere Formen und Unterarten der Erkrankung vor, in denen der Umbau resp. die Bildung von Parenchyminseln gering ausgesprochen ist, der Untergang von Lebergewebe aber im ganzen ein recht erheblicher sein kann. Es musste also von Interesse sein, zu prüfen, ob in solchen Fällen die Beziehungen der Zentralvenen zum Leberparenchym andere waren, als bei der gewöhnlichen Lebercirrhose, auf die sich die Kretz'schen Untersuchungen hauptsächlich bezogen. Die Fragestellung konnte gleichzeitig zur Prüfung der Richtigkeit der Kretz-schen Theorie von der Entstehung des Ascites bei Lebercirrhose dienen.

Ich habe ein grosses Material gesammelt und durch meine Schüler Dr. Seitz und Dr. Cobet bearbeiten lassen.

Leider ist der Abschluss der Arbeit, die im wesentlichen fertiggestellt war, durch den Ausbruch des Krieges hinausgezogen worden. So bin ich in der Lage, nur eine kurze vorläufige Mitteilung über das Ergebnis zu machen: Wir fanden bestätigt, dass die Lage der Zentralvenen bei ausgesprochener Parenchyminselbildung exzentrisch am Rande der Inseln oder im interstitialben Bindegewebe gelegen ist. Obwohl in dieser Lagerung nicht alle Bedingungen für das Zustandekommen des Ascites nach den Kretz'schen Vorstellungen enthalten sind, haben wir die Lagerung als Kriterium dafür angesehen, dass die anatomischen Veränderungen in der Strombahn in einem die Blutstauung im Pfortadergebiet befördernden Sinn verändert waren. Es wurde also festgestellt, ob in Fällen von Cirrhose mit Ascites die Venen der Mehrzahl nach im Bindegewebe lagen, in Fällen ohne Ascites aber das umgekehrte Verhalten zeigten. Dies wurde in der Tat im allgemeinen als zutreffend gefunden. Genaueres hierüber wie auch über die Bewertung der Ausnahmen lässt sich erst unter Mitteilung der Fälle und an der Hand einer tabellarischen Uebersicht derselben sagen. Die Fälle, in denen bei Fehlen des Ascites das Leberparenchym genügend Zentralvenen enthält, zerfallen in solche, in denen der Prozess nicht weit vorgeschritten ist, und in solche, in denen die Art des Umbaues des Parenchyms weniger zn einer exzentrischen Lagerung der Zentralvenen führt. Wir fanden in dieser Beziehung, dass die Ausschaltung der Lebervene aus den Parenchyminseln dadurch zustande kommt, dass in ihrer Umgebung zunächst die Leberzellen atrophisch werden und nach ihrem Untergang eine Bindegewebsvermehrung einsetzt. Die Atrophie der Leberzellen und Bindegewebsvermehrung verläuft von dem Zentrum der Acini in Form feiner sich allmählich verbreitender Züge zu der Peripherie. So teilen sich die allmählich grösseren Parenchyminseln auf durch Bindegewebszüge, die die Lebervene

in sich schliessen. Diese gehen nicht zu Grunde, sondern sind durch Injektion im Bindegewebe nachweisbar. Der Vorgang, dass die Bindegewebswucherung bei der Lebercirrhose nicht nur um die Pfortaderäste, sondern auch um die Zentralvene herum beginnen kann, ist unter dem Namen der zentralen Cirrhose bereits beschrieben worden. Doch ist nicht bekannt, dass dieser Vorgang bei der atrophischen Cirrhose fast die Regel bildet und dass ihm die erwähnte Bedeutung für die Ausschaltung der Lebervenen aus den Parenchyminseln zukommt.

Ferner:

Ueber die Veränderung von $\varkappa$ in Gasen durch kurzwellige Strahlen.

Von M. Reinganum, vorgetragen von F. A. Schulze.

Im Marburger physikalischen Institut ist die höchst merkwürdige Tatsache gefunden worden, dass Röntgenstrahlen und ultraviolettes Licht das Verhältnis von $\frac{c_p}{c_v}$ bei zweiatomigen Gasen vermehrt, und zwar um so mehr, je stärker das Gas zur Ionisation durch diese Strahlen neigt[1]). Dabei zeigte sich jedoch ganz ausgeschlossen, dass ein primärer Einfluss etwa gebildeter einatomiger Ionen vorlag, da die Zahl der Ionen (grössenordnungsweise ein Ion auf 10^{12} Moleküle) viel zu gering ist, um sich in der spezifischen Wärme irgendwie geltend zu machen. Herr Richarz hat nun die Theorie aufgestellt, dass jene Strahlen auf sehr viele Moleküle tiefgreifend einwirken, auch da, wo es nicht zur eigentlichen Ionisation kommt, und auf diese Weise eine Veränderung der spezifischen Wärme und daher von $\varkappa$ zustande kommen kann[2]).

Dieser sehr plausiblen Anschauung könnte man nun Folgendes entgegenstellen. Die zweiatomigen Gase, an denen der Effekt gefunden wurde, haben ein sehr starr verbundenes Molekül, worauf der grosse Wert 1,40 von $\varkappa$ hinweist. Von den einwirkenden Strahlen sollte man nun erwarten, dass sie eher zu einer Lockerung des Molekülverbandes führen, daher c_v vergrössern und mithin $\varkappa$ herabsetzen müssen.

---

1) W. Küpper, Ann. d. Phys. [4] 43 p. 905, 1914. Eine ähnliche Wirkung hat M. Frantz bei Bestrahlung von Chlor mit ultraviolettem Licht gefunden.

2) F. Richarz, Marburger Sitz.-Ber. p. 47. 1913.

Dass dem aber doch nicht so sein muss, sondern die Anschauung von Herrn Richarz sehr wohl richtig sein kann, glaube ich im Folgenden zeigen zu können. Dabei beziehe ich mich auf eine Abhandlung von Herrn Richarz selbst aus dem Jahre 1893 „Zur kinetischen Theorie mehratomiger Gase“ [1]). Herr Richarz untersucht hier (Abschnitt IV) den Fall, dass die Atome eines zweiatomigen Moleküls nach einem einfachen Kraftgesetz (reziproke $n$te Potenz der Entfernung) zusammengehalten werden. Er kommt mittels des Virialsatzes zu der Beziehung:

$$\frac{d}{dT}(\bar{E}_i) = \frac{n-3}{n-1}\,\frac{d}{dT}(\bar{L}_i)$$

Hierin bedeutet $\bar{E}_i$ die mittlere innere Energie des Moleküls (potentielle plus innere kinetische Energie), $\bar{L}_i$ die mittlere kinetische Energie, bezogen auf den Schwerpunkt allein, T die absolute Temperatur. Nun zieht Herr Richarz hieraus mit Recht den Schluss: Für zweiatomige Gase müsste $n > 3$ sein. Denn da $\bar{L}_i$ nach der Gastheorie mit wachsender Temperatur zunimmt, würde $\bar{E}_i$ für $n < 3$ mit derselben abnehmen. Das gäbe aber im ganzen (inkl. der kinetischen Energie des Schwerpunkts) eine spezifische Wärme pro Grammatom des Gases, die kleiner als 3 *cal* ist (noch kleiner als für ein einatomiges Gas), was dem Verhalten der wirklichen Gase nicht entsprechen würde. Es ergibt sich nämlich für die ganze Molekularwärme, wie leicht zu zeigen:

$$C_v = 3\ (1 + \frac{n-3}{n-1})\ cal,$$

daher würde für das naheliegendste Gesetz $n = 2$ folgen $C_v = 0$. Während also ein Wirkungsgesetz nach einer reziproken Potenz der Entfernung für eine allgemeine Erklärung des Zusammenhalts der Atome aus Gründen der spezifischen Wärme nicht zulässig ist ($n > 3$ würde nämlich auf instabile

1) F. Richarz, Zur kinetische Theorie mehratomiger Gase. Ann. d. Phys. N. F. 48, p. 467, 1893.

Bewegungen führen), so scheint mir doch die Möglichkeit vorzuliegen, dass unter der Wirkung der kurzwelligen Strahlung ein in Betracht kommender Bruchteil der Moleküle in zwei Teile gelockert wird, und zwar sozusagen zu einem aus zwei Atomen bestehenden „Doppelstern" verändert wird. Infolge entgegengesetzter Ladungen würden sich beide Teile nach der reziproken zweiten Potenz der Entfernung anziehen, sodass die Atomwärme dieser so gelockerten Moleküle gleich Null und daher für das zweiatomige Gas, als Ganzes betrachtet, der Mittelwert von C_v kleiner als 5 wird, somit $\varkappa$ über 1,40 steigt.

Uebrigens liegt es nahe, dieselbe Betrachtungsweise auch auf Elektronen in Metallen zu übertragen. Auch ihre Bewegung könnte wesentlich in Zentralbewegungen um positive Kerne bestehen, wobei jedoch das Elektron leicht aus dem Bereich eines Kerns in den eines andern müsste übertreten können. Mit wachsender Temperatur würden die mittleren Abstände von den positiven Zentren kleiner werden müssen, damit die Kreisbewegungen stabil (oder wenigstens in Rücksicht auf das zeitweise Wechseln des Attraktionszentrums nahezu stabil) bleiben können. Somit wird mit wachsender Temperatur auf Kosten der potentiellen Energie kinetische Energie gewonnen, welche die spezifische Wärme der Elektronen zum Verschwinden bringen kann.

Diese Vorstellung über das Wesen der Elektronenbahnen in Metallen dürfte auch sonst einiges Wahrscheinliche enthalten. Bekanntlich berechnen sich für die mittleren Weglängen der Elektronen in Metallen so grosse Werte, dass man sie mit den sonstigen Anschauungen über Atomdimension schwer in Einklang bringen kann. Sind aber die Bahnen zwischen zwei Stössen stark gekrümmt, so werden die grossen Zeiten zwischen zwei Zusammenstössen mit Atomen ohne weiteres möglich und verständlich. Das Wachsen der Abstände von den Zentren mit Abnahme der Temperatur würde zudem die Wahrscheinlichkeit von Zusammenstössen mit den

Zentren verringern und zur Erklärung der starken Zunahme der metallischen Leitfähigkeit mit sinkender Temperatur beitragen können [1]).

Es sei ohne weiteres zugegeben, dass die vorgetragene Anschauung der grösseren Annäherung von Teilen des Atoms gegeneinander oder von Elektronen gegen Atome mit wachsender Temperatur etwas befremdend sein mag. Alle Temperaturerhöhungen scheinen ja mit Schaffung von potentieller Energie verbunden zu sein, ja es scheint das Gegenteil fast gegen die Gesetze der statistischen Mechanik zu verstossen. Aber andererseits wird man ein aus zwei Massenpunkten bestehendes Gebilde, dessen beide Teile sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung anziehen, gewiss nicht als ein mechanisch unmögliches System ansehen dürfen. Und für ein solches Gebilde müssen sich, wie wir gesehen haben, notwendig mit wachsender kinetischer Energie die mittleren Abstände der beiden Massenpunkte verringern.

1) Hiermit wollen wir nur eine Möglichkeit andeuten. Die grossen Wege der Elektronen in Metallen können auch vielleicht auf dieselbe Ursache zurückzuführen sein, wie die noch grösseren geradlinigen Strecken der β-Teilchen. Für die Temperaturabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit andererseits können auch Ideen wie die von W. Wien Geltung haben.

In der Wahlsitzung wurden Herr Dr. Kreckwitz und Herr Dr. Reich zu ausserordentlichen Mitgliedern gewählt.

Herr Professor Dr. Thiel wurde zum ständigen Sekretär gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 6 Juli 1914

In der Sitzung vom 22. Juli 1914 sprach Herr Thiel:

Ueber Messungen mit dem Dampfdruckthermometer

(nach Versuchen in Gemeinschaft mit Herrn E. Schulte) mit Demonstrationen.

Die Erfahrungen, die bei früheren Untersuchungen[1]) an Systemen aus festem Kohlendioxyd im Lösungsgleichgewichte mit einem flüssigen Lösungsmittel gemacht worden waren, gaben den Anlass, nunmehr auch solche Gemische in den Kreis der Untersuchung zu ziehen, bei denen die zweite (flüssige) Komponente bei der Gleichgewichtstemperatur einen merklichen Dampfdruck besitzt. In diesem Falle war im Gegensatz zu den früher bearbeiteten Beispielen eine messbare Verschiedenheit der Gleichgewichtstemperatur von der Sublimationstemperatur des reinen Kohlensäureschnees zu erwarten. Es wurden der Prüfung unterworfen die Mischungen von Kohlensäureschnee mit Aethylchlorid, Schwefeldioxyd, Methyläther, Chlor und Schwefelwasserstoff In allen diesen Fällen wurde die Zusammensetzung der Dämpfe bestimmt, die mit der für festes Kohlendioxyd gesättigten Lösung im Gleichgewichte stehen, und in der Regel auch diejenigen der flüssigen Phase. Dem letzteren Zwecke

1) A. Thiel und E. Caspar, Z. f. physik. Chem. **86**, 257 (1914).

diente eine Analysenpipette besonderer Konstruktion (Demonstration). Die mithilfe des Dampfdruckthermometers (Füllung: Kohlendioxyd) gemessenen Temperaturdifferenzen gegen die Sublimationstemperatur des CO_2 zeigen (nach Auswertung des in der früheren Arbeit festgestellten hydrostatischen Einflusses der Badhöhe) qualitativ die erwartete Abstufung. Zwischen den gemessenen und den nach den Ergebnissen der Dampfanalyse berechneten Gleichgewichtstemperaturen bestehen noch merkliche Differenzen, deren Betrag mit sinkender Gleichgewichtstemperatur zunimmt. Die Erklärung dafür ist jedoch aus triftigen Gründen nicht in einer Veränderung des Dampfdruckes des festen CO_2 (durch Bildung von Verbindungen oder festen Lösungen) zu suchen, sondern in der Mitführung von Spuren der flüssigen Phase bei der Verdampfung.

Sodann wurde eine Ergänzung der früheren Messungen an dem System Aether-Kohlendioxyd vorgenommen, indem ausser den Grenzen des Dreiphasensystems (die noch einmal bestimmt wurden) das vollständige ϑ—c-Diagramm (Isobarenbild) aufgenommen wurde. Es wurde zu diesem Zwecke die Zusammensetzung der gasförmigen und der flüssigen Phase in angemessenen Intervallen zwischen der Sublimationstemperatur des Kohlendioxyds und dem Siedpunkte des Aethers bestimmt; ferner wurde der Anfangsteil der Löslichkeitskurve des festen Kohlendioxyds in Aether festgelegt. Damit sind die wesentlichen Eigenschaften des genannten Zweistoffsystems nunmehr bekannt. (Demonstration des ϑ—c-Diagramms).

Ein weiterer Abschnitt der Arbeit beschäftigt sich mit erneuter Prüfung und noch genauerer Messung des Einflusses, den der hydrostatische Druck der flüssigen Aether-CO_2-Bäder auf die gemessenen Temperaturen ausübt. Hierbei wurde insbesondere der Einwand von H. von Siemens[1]), es lasse

1) Ann. d. Phys. [4] **42**, 871 (1913).

sich mithilfe des Dampfdruckthermometers immer nur die Temperatur der kältesten Stelle in derartigen Bädern messen, als unhaltbar erwiesen, sofern wenigstens, wie bei der Versuchsanordnung von Thiel und Caspar und bei einer neuen, für diesen Zweck besonders konstruierten Form des Stockschen Dampfdruckthermometers, der Thermometerstiel durch eine Gashülle vor der Einwirkung kälterer Badstellen geschützt ist. Unter diesen Umständen lassen sich die schon früher beobachteten Temperaturdifferenzen zwischen verschiedenen Höhenschichten desselben Bades auch mit einem Thermometer nach dem Prinzip von Stock einwandfrei nachweisen (Demonstration der Thermometerform nach Thiel und Caspar und der modifizierten Anordnung mit Dauerfüllung). Hierbei zeigte sich noch, dass hinsichtlich der Abhängigkeit der Temperatur von der Badhöhe zwei Grenzfälle zu unterscheiden sind. Der eine davon ist erfüllt, wenn das Bad garnicht gerührt wird; dann sinkt die Temperatur innerhalb des Bades von unten nach oben, um in gewisser Entfernung von der Oberfläche infolge der Wärmezufuhr von aussen wieder zu steigen. Dieser Fall ist ziemlich schwierig exakt zu realisieren. Den andern Fall stellen die energisch durchgerührten Bäder dar. Hier ist die Temperatur in allen Teilen desselben Bades gleich, jedoch bei verschiedenen Bädern von der Gasamtbadhöhe in gesetzmässiger Weise abhängig. Diese mittlere Badtemperatur stimmt mit dem unter Berücksichtigung der hydrostatischen Druckes berechneten Werte sehr befriedigend überein.

Auch Badgemische mit dem hydrostatischen Drucke Null lassen sich in Gestalt sehr steifer Bäder herstellen; in diesen entweichen die Dämpfe durch Kanäle mit feststehenden Wänden, und die Temperatur ist mit der des reinen Kohlensäureschnees identisch.

Schliesslich wurden die Erfahrungen mit dem Dampfdruckthermometer auch auf die Ebullioskopie angewandt. Es wurde einerseits gezeigt, dass man bei zweckmässiger

Konstruktion einen solchen Apparat (Demonstration) auch zur Messung der Siedpunktserhöhung von Lösungen verwenden kann. Als Füllung dient dann natürlich das reine Lösungsmittel, und man findet die gesuchte Siedepunktserhöhung aus dem beobachteten Ueberdrucke. Auch beim Siedephänomen in wässerigen Lösungen wie in reinem Wasser konnte der (schon seit langem vermutete) Einfluss des hydrostatischen Druckes nachgewiesen und gemessen werden. Die Verhältnisse entsprechen im wesentlichen den in den Kältebädern konstatierten. Der genannte Einfluss liess sich auch mit einem Beckmann-Thermometer (und zwar hier sogar in noch auffälligerer Weise) feststellen.

Bei Molekulargewichtsbestimmungen mithilfe des Dampfdruckthermometers konnte im Falle des Harnstoffs, der ebullioskopisch einen beträchtlich zu hohen Wert giebt, nachgewiesen werden, der diese (schon länger bekannte) Erscheinung nicht etwa auf einer Verflüchtigung eines Reaktionsproduktes (wie Ammoniumcarbonat) beruht, sondern offenbar durch eine Polymerisation bedingt ist. Die in der Literatur vertretene Vermutung, dass die Bildung von Reaktionsprodukten des Harnstoffs mit Wasser an sich eine Erhöhung des Molekulargewichtes bewirken könne, ist natürlich von der Hand zu weisen: gerade die entgegengesetzte Abweichung wäre die einzige mögliche Folge, falls keine Verflüchtigung gelöster Substanz eintritt.

Ausser den im Vorstehenden abgedruckten wurden 1914 noch folgende Vorträge gehalten:

In der Sitzung vom 11. Februar hielt Herr K. Andrêe den Vortrag: **Einige geologische Beobachtungen in Canada.** Dieser Vortrag ist in erweiterter Form unter dem Titel: „Einige Beiträge zur Geologie von Canada“ in den „Schriften“ der Gesellschaft erschienen (im Verlage von N. G. Elwert in Marburg).

In derselben Sitzung hielten ferner noch Vorträge: Herr Diels über: **Die Alpenvegetation der Südtiroler Dolomitriffe,** und Herr Reissert: **Ueber Versuche zur Darstellung substituierten Indigos.**

In der Sitzung vom 22. Juli führte Herr Lohmann noch einen **Apparat zur Demonstration der Synthese des Tetanus** vor und machte eine kurze Mitteilung: **Ueber die Ursachen des Geburtseintritts.**

Im Winter-Semester fanden des Krieges wegen keine Sitzungen statt.

Nachtrag zu Nr. 1 (Januar).

In der Sitzung vom 14. Januar trug Herr Lohmann folgende

Bemerkungen zu dem Vortrage des Herrn Prof. Jaensch: „Die Farbenkonstanz der Sehdinge“

vor.

M. H.! Ich möchte mir erlauben, einige Bemerkungen zu dem Vortrage zu machen, den Herr Prof. Jaensch in der vorletzten Sitzung „Ueber die Farbenkonstanz der Sehdinge“ gehalten hat.

Seine Ausführungen basieren auf einem Versuche, den ich kurz noch einmal beschreiben möchte.

Wie Sie hier sehen, ist der Raum über dem Versuchstische durch zwei vertikale Wände nach hinten abgegrenzt und in zwei Hälften geteilt. In jedem der zwei so entstandenen Räume steht eine Kreiselscheibe. In den links vom Beobachter befindlichen Raum strahlt schräg nach dem Winkel zwischen mittlerer und hinterer Wand zu das Licht einer Bogenlampe. Die rechte Hälfte des Gesichtsfeldes wird durch diffuses Licht nur mässig erleuchtet.

Die aufgestellten Wände sind zunächst sämtlich mit weissem Papier überzogen. Die Kreiselscheibe in dem rechten, difuss erleuchteten Gesichtsfelde wird mit einem mattgrauen Papier versehen. Man stellt nun durch Zugabe von

schwarz die linke, intensiv beleuchtete Sektorenscheibe so ein, dass sie bei abgeblendetem Hintergrunde der rechten an Helligkeit gleich erscheint. Das Abblenden des Hintergrundes kann man in der verschiedensten Weise ausführen — am einfachsten durch Beobachtung durch innen geschwärzte Rohre. Diese Art der Beobachtung, bei der man nur die Scheiben ohne Hintergrund sieht, werde ich als isolierte Beobachtung bezeichnen.

Nachdem man sich also von der Gleichheit der Helligkeit beider Scheiben bei isolierter Beobachtung überzeugt hat, richtet man nunmehr frei den Blick geradeaus, sodass man beide Scheiben und ihre Hintergründe gleichzeitig im Gesichtsfelde hat. Diese Art der Beobachtung möge als „freie" Beobachtung bezeichnet werden.

Die Wirkung ist ein deutliches Dunklererscheinen der linken Scheibe gegen die rechte. Die Erklärung ist in eindeutiger Weise durch die bekannten Kontrastgesetze, gegeben, da ja der linke Hintergrund bedeutend heller als der rechte ist.

In einem weiteren Versuche werden die Wände des linken Raumes möglichst dunkel, etwa durch Behängen mit schwarzem Sammt gemacht; die Scheiben werden bei isolierter Beobachtung wieder auf gleiche Helligkeit gebracht und dann wird wieder „frei" beobachtet. Nach der Lehre vom Kontraste müsste man nun erwarten, dass die linke nunmehr heller als die rechte erschiene, da sie ja vor einem dunkleren Hintergrunde steht. Herr Prof. Jaensch gibt aber an, und diese Beobachtung bestätigte Herr Prof. Bielschowsky, dass das zu erwartende nicht eintrat, sondern dass im Gegenteil die linke Scheibe deutlich dunkler als die rechte erschien.

Diese auffallende Erscheinung erklärt nun Herr Prof. Jaensch dadurch, dass der hell „erleuchtete Raum", der sich in der Umgebung der Scheibe befinde, den Kontrast auslöse und eine subjektive Verdunkelung der Scheibe herbeiführe. So kommt Herr Prof. Jaensch zu dem von ihm eingeführten

Begriffe des „erleuchteten Raumes“, der in derselben Weise wie sonst das „Umfeld“ Kontrast erregend wirken soll.

Ich muss sagen, das Ergebnis dieses Versuches frappierte mich direkt, und seine Deutung schien mir sehr gewagt.

Das Licht, das von einer Lichtquelle ausgeht, wirkt nur dann auf unser Auge, wenn es entweder direckt in dasselbe hineinfällt, oder indem es indirekt dadurch in unser Auge gelangt, dass es auf einen körperlichen Gegenstand auffällt, der es in unser Auge reflektiert. Für beides waren bei den Versuchen von Herrn Prof. Jaensch die Bedingungen nicht gegeben; ich konnte mir also nicht vorstellen, wie es trotzdem Kontrast erregend wirken sollte.

Die bekannte Tatsache, dass Licht, das durch die Luft hindurchgeht, ohne auf körperliche Elemente zu stossen, nicht wahrgenommen wird, kann man sich auf die verschiedenste Weise vorführen. Sieht man z. B. durch einen langen Schornstein bei hellem Tage gegen den wolkenlosen Himmel, so sieht man, obwohl man in den von der Sonne „beleuchteten Raum“ hineinsieht, kein Licht, mit Ausnahme der Sterne, die man so am hellen Tage beobachten kann. Sehr anschaulich kann man sich das eben Gesagte auch vorführen, wenn man eine Küstenbatterie bei einer nächtlichen Gefechtsübung, bei nebelfreier Luft beobachtet. Das Licht des ungeheuer lichtstarken Scheinwerfers wird flach über das Wasser, doch ohne dieses zu berühren gerichtet. Man sieht nichts als schwarze Nacht. Erst in dem Augenblicke, in dem das Licht das am Horizonte gesuchte Schiff erreicht, blitzt dieses hell aus der sonst schwarzen Umgebung auf.

Die einzige Erklärungsmöglichkeit, die mir für die Versuche von Herrn Prof. Jaensch plausibel erschien, war die, dass etwa in der Luft befindlicher und so leuchtend gemachter Staub kontrasterregend wirken könne. Ich beschloss daher, die Versuche bei verschiedenem Staubgehalt zu wiederholen. Ich war aber auf das höchste erstaunt, dass ich in keinem einzigen bei über 100 Versuchen die Angabe von Herrn Prof.

Jaensch bestätigen konnte. Ich fand vielmehr ausnahmslos bei dunkelem Hintergrunde des „beleuchteten Raumes“ ein Hellerwerden der frei beobachteten Scheibe.

Ich habe, um ganz sicher zu gehen, auf Anraten von Herrn Dr. Berlin die Einstellung bei isolierter Beobachtung auf gleiche Helligkeit mit Hülfe des Photometers vorgenommen.

Weiterhin wurden die Versuche in der mannigfaltigsten Weise variiert; niemals habe ich einen Helligkeitsunterschied gesehen, der nicht durch den Kontrast vom Hintergrunde erklärt werden konnte.

Für besonders ins Gewicht fallend halte ich es, dass ich nicht nur meine eigenen Beobachtungen anführen kann, sondern dass ich mich auch auf die Beobachtungen von Herrn Geheimrat Schenck, Herrn Prof. Kutscher und Herrn Dr. Berlin berufen kann. Sie haben alle wesentlichen Versuche mit mir zusammen angestellt oder sie nachgeprüft. Die Ergebnisse waren ausnahmslos dieselben wie bei mir. Dieselben Resultate erhielt ich bei Versuchspersonen, die überhaupt nicht wussten, worum es sich handelte.

Da Herr Prof. Bielschowsky die Angaben von Herrn Prof. Jaensch in der Sitzung bestätigt hatte, so baten wir ihn, sich den Versuch bei uns doch auch anzusehen. Auch er erklärte bei freier Beobachtung die Scheibe vor dem dunkeln Hintergrunde des „beleuchteten Raumes“ — gerade so wie wir — für heller als die andere, bei isolierter Beobachtung gleich hell erscheinende.

Wir mussten nun annehmen, dass irgend etwas bei den Versuchen von Herrn Prof. Jaensch anders als bei unseren gewesen sei. Herr Prof. Bielschowsky machte daher Herrn Geheimrat Schenck den sehr dankenswerten Vorschlag, gemeinsam die Versuche bei Herrn Prof. Jaensch anzusehen. Es zeigte sich dabei, wie mir Herr Geheimrat Schenk mitteilte, dass an meiner Versuchsaufstellung alles wie bei Herrn Prof. Jaensch war, denn auch hier erschien den beiden wieder die Scheibe im „erleuchteten Raume“ bei dunklem Hintergrunde heller.

An die Beobachtungen schloss sich nun unmittelbar eine längere Diskussion an. Im Verlaufe derselben stellte sich nun heraus, dass Herr Prof. Jaensch etwas ganz anderes meinte als man schlechthin unter „heller“ und „dunkler“ versteht. Er meinte nämlich, die Scheibe im „beleuchteten Raume“ erscheine bei freier Beobachtung „schwärzlicher“ als bei isolierter Betrachtung. Diese Beobachtung von Herrn Prof. Jaensch ist zweifellos richtig, aber absolut nicht überraschend. Dass ein schwarzes intensiv beleuchtetes Papier unter bestimmten Beleuchtungserscheinungen gleich hell oder sogar heller und dabei doch noch schwärzlicher erscheinen kann als ein weisses schwach beleuchtetes Papier ist eine alte bekannte, unter anderen auch ausführlich von Hering beschriebene Tatsache.

Auffallend ist nur, dass Herr Prof. Jaensch, dem diese Tatsache doch auch bekannt sein musste, sich doch des missverständlichen Ausdruckes „hell“ und „dunkel“ bedient, wo er „weiss“ und „schwarz“ meint. Herr Prof. Jaensch hat in der Unterredung mit Herr Geheimrat Schenck geäussert, er bediene sich dieser Ausdrücke, da sie von Hering in seiner Lehre vom Lichtsinn für synonym erklärt würden. Nun schreibt dort aber Hering, nachdem er sich ausfürlich über die Unterschiede zwischen „hell“ und „weiss“ einerseits und zwischen „dunkel“ und ;„schwarz“ andererseits ausgesprochen hat: „Dementsprechend werden die tonfreien Sehqualitäten auch verschieden bezeichnet, je nachdem sie als Eigenschaften der Aussendinge und als deren „wirkliche“ Farbe genommen werden, oder aber als etwas unabhängig von der letzteren Bestehendes und für sie nur Accidentelles. Ersterenfalls nennt man sie gewöhnlich weiss, grau, schwarz, letzterenfalls hell oder dunkel, Licht oder Schatten bezw. Finsternis.“

Eine Berechtigung für Herrn Prof. Jaensch bei seinen Versuchen zumal unter Berufung auf Hering für „weiss“ den Ausdruck „hell“ und für „schwarz“ den Ausdruck „dunkel“ zu wählen, besteht demnach nicht.

Nun zu den Versuchen selbst:

Die Beobachtung an sich stellt nichts neues dar. Hering beschreibt selbst einen Versuch, bei dem er ein graues Papier in einer Entfernung vor einer weissen Wand so schräg neigt, dass es genau dieselbe Helligkeit hat wie die Wand, es wird das mit Hülfe einer Röhre eingestellt, durch die man hindurchsieht, d. i. unsere isolierte Beobachtung. Ohne die Röhre, also bei „freier Beobachtung" sieht Hering dann „das Papier grau, die ferner erscheinende Wand weiss."

Etwas ganz Analoges haben wir in dem Versuche von Herrn Prof. Jaensch: Wir erkennen jetzt die „wirklichen" Farben, wie Hering sie bezeichnet.

Herr Prof. Jaensch erblickt, so muss ich seine Versuche auffassen, in dem „beleuchteten Raume" eine Erklärung für das schwärzlicher werden der Scheibe und zwar durch Kontrastwirkung. Diese Auffassung muss ich auf das lebhafteste bestreiten. Zunächst sprechen natürlich die oben angeführten theoretischen Erwägungen gegen eine derartige Auffassung; dann aber auch vor allem der eben geschilderte Heringsche Versuch, der ohne „beleuchteten Raum", ganz dieselben Erscheinungen zeigt.

Nun habe ich aber auch noch einen Versuch angestellt, bei dem ich einen „beleuchteten Raum" habe, in dem alles durch die Bogenlampe intensiv beleuchtet ist, ausser der Scheibe selbst, die das Licht der Bogenlampe von hinten erhält. Ihre Vorderfläche wird nur durch das diffuse Licht des Zimmers erleuchtet. Diese Beleuchtung ist dadurch herbeigeführt, dass die Bogenlampe schräg von aussen hinter die Scheibe gerichtet ist. Die intensive Beleuchtung des dadurch in den Schatten geratenen Hintergrundes wird durch einen seitlich schräg vor die Bogenlampe aufgestellten Spiegel erreicht.

Ich bringe nunmehr die nur mässig beleuchtete Scheibe des beleuchteten Raumes durch isolierte Beobachtung auf die

gleiche Helligkeit wie die in der rechten Gesichtsfeldhälfte stehende.

Ist der Hintergrund im diffus beleuchteten rechten Gesichtsfelde hell, so erscheint bei freier Beobachtung die rechte Scheibe dunkler; ist der rechte Hintergrund durch ein schwarzes Tuch dunkel gemacht, so erscheint die rechte Scheibe heller als die linke.

Es kommt uns aber vor allem auf eine eventuelle Aenderung der Weisslichkeit resp. Schwärzlichkeit an. Es zeigt sich nun, dass in beiden Versuchen die im „beleuchteten Raume" stehende Scheibe weisslicher wird.

Die Versuche wurden zwei Damen vorgeführt, die überhaupt nicht wussten um was es sich handelte. Sie machten prompt dieselben Angaben wie wir. Insbesondere sahen sie die linke Scheibe immer weisslicher.

Wäre die Anschauung von Prof. Jaensch richtig, so hätte die Scheibe doch durch den Kontrast des umgebenden, im Raume befindlichen Lichtes dunkler werden müssen.

Wir sehen also auch hier wieder, gerade so wie bei den Versuchen von Herrn Prof. Jaensch, bei freier Beobachtung die Scheibe mehr in ihrer „wirklichen Farbe" nach Hering.

Wie es wohl zu erklären ist, dass diese „wirkliche Farbe" bei freier und nicht bei isolierter Beobachtung zu erkennen ist, darüber wird Herr Geheimrat Schenk in der Diskussion an der Hand von Versuchen sprechen.

Schliesslich möchte ich noch kurz eine andere Frage berühren; sie betrifft das Farbigsehen bei farbiger Beleuchtung. Ich habe Herrn Prof. Jaensch so verstanden, dass bei farbiger Beleuchtung von der betr. Farbe abstrahiert wird, dass wir also bei farbiger Beleuchtung die „wirklichen" Farben richtig erkennen können.

Ich möchte nun Herrn Prof. Jaensch höflichst bitten, zunächst zu erklären, ob ich ihn richtig verstanden habe.

Wenn das der Fall ist, werde ich in der Diskussion auseinandersetzen, warum ich ihm auch da widersprechen muss.

An der sich anschliessenden sehr lebhaften Diskussion beteiligten sich ausser dem Vortragenden vor Allem die Herren Jaensch, Schenck, Bielschowsky und Berlin.

Herr E. Jaensch verzichtet auf Abdruck seiner mündlichen Widerlegung der ihm gemachten Einwürfe.

Am 6. März wurde Herr Prof. Bielschowsky zum ordentlichen, Herr Prof. Hohmeier und Herr Prof. Strecker zu ausserordentlichen Mitgliedern gewählt.

Am 13. Mai wurde Herr Privatdozent Dr. Hagemann und der prakt. Arzt Herr Dr. Wintzer zu ausserordentlichen Mitgliedern gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

25564

Jahrgang 1915

BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY LIBRARY
AUG 9 1924

Marburg
Univ.-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)
1916.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

Jahrgang 1915

Marburg
Univ.-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)
1916.

Inhalt.

Seite

Herr *A. Wegener:* Über die Mondflut der Atmosphäre 1

„ *F. Richarz:* Die Schwäche senkrecht reflektierten Lichtes und damit zusammenhängende Erscheinungen, z. B. die Sichtbarkeit der Unterseeboote von Luftfahrzeugen aus 1

Derselbe: Historische Bemerkungen 10

Herr *E. Korschelt:* Bericht über die Ergebnisse einer von Dr. *Georg Schmidt* (gef. im Kriege) angestellten Untersuchung über das Blutgefäßsystem von Helix pomatia 12

Derselbe: Das Auftreten kristallähnlicher Gebilde in den Nucleolen der Ganglienzellen des Nervensystems der Weinbergschnecke (nach Beobachtungen von Helene Kunze) 12

Derselbe: Bericht über die Ergebnisse der Arbeit von *E. Eichenauer* (gef. im Kriege) über die Knospenentwicklung der Donatien 15

Derselbe: Bericht über die Untersuchung von *C. Freitag* (gef. im Kriege) über die Niere von Helix pomatia 15

Herr *F. A. Schulze:* Die Umkehrkurve des Joule-Thomson-Effektes für Luft 16

„ *F. Richarz:* Bemerkung über seine Deutung der Ampère'schen Molekularströme als zirkulierender Helmholtz'scher Elementarquanten 19

„ *W. Brand:* Reichweite des Geschützdonners nach Kriegsbeobachtungen 25

Herr *A. Meyer:* Die in den Zellen vorkommenden Eiweißkörper sind stets ergastische Stoffe 53

„ *F. A. Schulze:* Die Übereinstimmung der als „Reflexionstöne" oder als „Pfaundler'sche Töne" bezeichneten Klangerscheinungen mit der Helmholtz'schen Resonanztheorie des Hörens 55

Derselbe: Über den Nachweis von Schwingungen oberhalb der Hörgrenze an dem Monochord zur Bestimmung der oberen Hörgrenze 63

Herr *A. Thiel:* Das Wesen des neuen Brennstoffelements von *K. A. Hofmann* und *K. Ritter* 68

„ *F. Richarz:* Kurze Bemerkung zur Verteidigung von Herrn *W. Schletts* Doktorarbeit über die spezifische Wärme einiger Metalle in verschiedenen Bearbeitungszuständen 69

Wahlen 14, 23

Verzeichnis der Mitglieder*)

(am Schluß des Jahres 1915).

Ehrenmitglieder.

Retzius, Gustav, Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm..	18. 1. 99.
Marchand, Felix, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Geh. Med.-Rat, Leipzig	9. 12. 00.
Graf Zeppelin, Dr ing., Exzellenz, Friedrichshafen . . .	5. 8. 08.
Mannkopff, Emil, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rat	12. 7. 11.

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich, Dr. med., o. Prof. em. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat	11. 7. 83.
v. Auwers, Karl, Dr. phil., ord. Prof. der Chemie, Geh. Reg.-Rat	17. 12. 13.
Bauer, Max, Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rat	11. 3. 85.
v. Behring, Emil, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Wirkl. Geh. Rat, Exz.	15. 5. 95.
Bielschowsky, Alfred, Dr. med., ord. Prof. d. Augenheilk.	6. 3. 14. (30. 7. 13)
Bonhoff, Heinrich, Dr. med., ord. Prof. der Hygiene . .	9. 3. 04. (8. 11. 99)
Feussner, Wilhelm, Dr. phil., o. Hon.-Prof. d. theor. Physik	14. 7. 81. (10. 6. 69)
Fries, Carl, Dr. phil. a. o. Prof. der Chemie	10. 3. 15. (9. 3. 04).

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum außerordentlichen Mitglied.

Gasser, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rat 27. 1. 88.
(16. 7. 74)
Gürber, August, Dr. med. et phil., o. Prof. d. Pharmakologie 28. 6. 11.
(9. 12. 08)
Hensel, Kurt, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat . . . . . 10. 12, 02.
Hildebrand, Heinrich, o. Hon.-Prof. d. gerichtl. Medizin 12. 5. 15.
(14. 12. 04)
Jaensch, Erich, Dr. Phil., o. Prof. der Philosophie . . . 10. 3. 15.
(11. 6. 13)
Jores, Leonhard, Dr. med., o. Prof., Direktor d. pathol. Inst. 9. 7. 13.
Kayser, Emanuel, Dr. phil., o. Prof. der Geologie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 13. 1. 86.
König, Friedrich, Dr. med., o. Prof., Direktor d. chirurg. Klinik, Geh. Med.-Rat . . . . . 9. 7. 13.
Korschelt, Eugen, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 26. 7. 93.
Kutscher, Friedrich, Dr. med., a. o. Prof. der Physiologie 12. 2. 08.
(16. 2. 98)
Lohmann, Alfred, Dr. med., Professor, Privat-Dozent der Physiologie . . . . . 7. 5. 13.
(8. 2. 05)
Matthes, Max, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Geh. Med.-Rat . . . . . 28. 6. 11.
Meyer, Arthur, Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Reg.-Rat 4. 11. 91.
Müller, Eduard, Dr. med., a. o. Prof., Direktor der med. Poliklinik . . . . . 7. 5. 13.
(9. 2. 10)
Ostmann, Paul, Dr. med., o. Hon.-Prof. der Otologie . . 13. 11. 95.
Richarz, Franz, Dr. phil., o. Prof. der Physik . . . . . 15. 5. 01.
Schenck, Friedrich, Dr. med., o. Prof. der Physiologie, Geg. Med.-Rat . . . . . 15. 5. 01.
Schmidt, Ernst, Dr. phil., o. Prof. der pharm. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 11. 3. 85.
Schulze, Franz Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. d. Physik 5. 8. 08.
(31. 7. 01)
Schultze Jena, Leonhard, Dr. phil., o. Prof. d. Geographie 7. 5. 13.
Thiel, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der physik. Chemie . . 8. 5. 12.
(10. 5. 11)
Tuczek, Franz, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie, Geh. Med.-Rat . . . . . 15. 5. 95.
(14. 3. 90)

Wegener, Alfred, Dr. phil., Privatdozent der Meteorologie und Astronomie 12. 5. 15. (28. 7. 09)

Zangemeister, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie 28. 6. 11.

Zincke, Theodor, Dr. phil., o. Prof. em. d. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 13. 1. 76.

B. Außerordentliche.

Berblinger, Walther, Dr. med., Privatdozent . . . . . 9. 7. 13.

Berlin, Ernst, Dr. phil., Assistent am physiol. Institut . . 28. 6. 11.

Blanckenhorn, Professor Dr., Landesgeologe . . . . . 15. 1. 13.

Brand, Walther, Dr. phil., Oberlehrer. . . . . 19. 2. 13.

Cloos, Hans, Dr. phil., Privatdozent der Geologie . . . 10. 3. 15.

v. Dalwigk, Friedrich, Dr. phil., Prof., Priv.-Dozent der reinen und angewandten Mathematik . . . . . 9. 5. 00.

Esch, Peter, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 20. 11. 13.

Fischer, Guido, Dr. med., Prof., Direktor d. Zahnklinik . . 28. 6. 11.

Flade, Friedrich, Dr. phil., Privatdozent der Chemie . . 4. 8. 10.

Frey, Ernst, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 30. 7. 13.

Grüter, Wilhelm, Dr. med., Priv.-Dozent, Assistent an der Augenklinik . . . . . 28. 6. 11.

Hagemann, Richard, Dr. med., Privatdozent . . . . . 13. 5. 14.

Harms, Wilhelm, Dr. phil., Privatdozent der Zoologie . 7. 6. 10.

Hohmeier, Friedrich, Dr. med., Prof., Privatdozent, Oberarzt der chirurg. Klinik . . . . . 24. 6. 14. 6. 3. 14.

Hürter, Jakob, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 17. 12. 13.

Jahrmärker, Max, Dr. med., Prof., Privatdozent, Direktor der Landesheilanstalt . . . . . 10. 2. 04.

Kauffmann, Oskar, Hauptmann d. L., Forschungsreisender 13. 12. 11.

Keller, Oskar, Dr. phil., Prof., Abteilungsvorsteher am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.

Kreckwitz, Assistent an der medizin. Poliklinik . . . . 24. 6. 14.

Löning, Fritz, Dr. med., Privatdozent . . . . . 9. 7. 13.

Misch, Georg, Dr. phil., a. o. Prof. d. Philosophie . . . . 30. 7. 13.

Nordhausen, Max, Dr. phil., a. o. Prof. der Botanik . . 12. 5. 12.

Obst, E., Dr. phil., Privatdozent f. Geographie . . . . . 13. 11. 12.

Reissert, Arnold, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. der Chemie . 11. 2. 03.

Rick, Dr. med., Assistent an der Frauenklinik . . . . 24. 6. 14.

Rieländer, August, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Gynäkologie . . . . . 13. 6. 06.

Rohmer, Paul, Dr. med., Privatdozent . . . . . 17. 12. 13.
Schenck, Martin, Dr. med. et phil., Privat-Doz., Assistent am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.
Schwantke, Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz., Assistent am mineralog. Institut . . . . . 21. 6. 99.
Siebert, Carl, Dr. phil., Chemiker . . . . . 14. 5. 02.
Strecker, Wilhelm, Dr. phil., Prof., Privatdoz. d. Chemie 6. 3. 14.
Stuchtey, Karl, Dr. phil., Assistent am physik. Institut . . 9. 12. 08.
Take, Emil, Dr. phil., Priv.-Dozent, Assistent am physik. Institut . . . . . 9. 12. 08.
Tönniges, Carl, Dr. phil., Prof., Assist. am zoolog. Institut 16. 2. 98.
Veit, Otto, Dr. med., Priv.-Doz., II. Prosektor . . . . . 28. 7. 09.
Wintzer, Paul, Dr. med., prakt. Arzt . . . . . 13. 5. 14.

Auswärtige Mitglieder.*)

Ach, Narciss, Dr. med. et phil., Professor der Philosophie, Königsberg . . . . . (8. 2. 05)
Ackermann, Dankwart, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Physiologie, Würzburg . . . . . (5. 8. 08)
Andrée, Karl, Dr. phil., a. o. Prof. d. Geologie, Königsberg (4. 8. 10)
Aschoff, Ludwig, o. Prof. der patholog. Anatomie, Freiburg i. Br. . . . . 17. 6. 03.
Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. der Ophthalm., Freiburg i. Br. . . . . (15. 1, 96)
Barth, Adolf, Dr. med., o. Prof. der Otologie, Leipzig . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . (13. 11. 95)
Beneke, Rudolf, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Halle . 14. 11. 06.
Böhm, Rud., Dr. med., o. Prof. der Pharm., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 20. 5. 81.
Borrmann, Robert, Dr. med., Prof., Direktor der patholog. Anatomie, Braunschweig . . . . . (14. 5. 02)
Brauer, August, Dr. phil., Professor, Direktor des naturhistorischen Museums, Berlin . . . . . 17. 5. 99.
(17. 6. 96)
Brauer, Ludolf, Dr. med., o. Prof., Direktor d. med. Klinik in Hamburg-Eppendorf . . . . . (14. 12. 04)
Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Straßburg (8. 2. 78)

---

*) Die mit einem * bezeichneten sind korrespondierende, die sämtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Geh. Berg-Rat, Bonn . . . . . (27. 1. 88)
Bruns, Oskar, Dr. med., a. Prof. der inneren Medizin, Göttingen . . . . . (28. 6. 11)
Buchholz, Adolf, Dr. med., Prof., Oberarzt, Hamburg . 8. 12. 97.
Busz, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Münster . (19. 6. 95)
Diels, Ludwig, Dr. phil., Kustos am botanischen Museum Berlin-Dahlem, a. o. Prof. an der Universität . . . 28. 6. 11. (28. 7. 09)
Dietrich, Theodor, Dr. phil., Prof., Geh. Reg.-Rat, Hannover (15. 1. 96)
Drevermann, Fritz, Dr. phil., Prof., Frankfurt . . . . (11. 2. 03)
Enderlen, Eugen, Dr. med., o. Prof. d. Chirurgie, Würzburg 12. 2. 97.
Falk, Ferdinand August, Dr. med., a. o. Prof. d. Pharm., Kiel 28. 4. 75.
Fraenkel, Carl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . 4. 11. 91.
Friedrich, Paul, Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med.-Rat, Königsberg . . . . . 12. 2. 08.
Fuëter, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Karlsruhe (3. 5. 07)
Gadamer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. der pharmazeut. Chemie, Breslau . . . . . (9. 3. 98)
Goebel, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.
Göppert, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Frankfurt a. M. . . . . (4. 12. 12)
Haselhoff, Emil, Dr. phil., Prof., Direktor der landw. Versuchsstation, Cassel . . . . . (11. 2. 03)
Häcker, Rudolf, Dr. med., Prof., Oberarzt d. chirurg. Klinik, Essen . . . . . (7. 6. 10)
Heffter, Arthur, Dr. phil. et med., o. Prof. der Pharmakologie, Berlin . . . . . 14. 11. 06.
Heine, Leopold, o. Prof. der Ophthalmologie, Kiel . . . (18. 1. 99)
Hellinger, Ernst, Dr. phil., a. o. Prof. der Mathematik, Frankfurt a. M. . . . . (12. 1. 10)
Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . . (2. 7. 68)
Herrmann, F., Dr. phil., Geol. Landesanstalt, Berlin . . 1. 3. 11.
v. Hess, Carl, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmol., München 11. 11. 96.
Hess, Otto, Dr. med., Prof., Oberarzt, Posen . . . . . (25. 6. 02)
**Heusler, Fritz,* Dr. phil., Hüttendirektor, Dillenburg . 8. 2. 05.
Jung, Heinrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Kiel . (13. 12. 05)
Kossel, Albrecht, Dr. med., o. Prof. d. Physiol., Geh. Rat, Heidelberg . . . . . 15. 5. 95.
Krauß, Wilhelm, Dr. med., Prof. der Augenheilkunde an der medizin. Akademie, Düsseldorf . . . . . (10. 7. 07.)

v. Krehl, Ludolf, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Heidelberg . . . . . 8. 11. 99.
Küster, Fr. Wilh., Dr. phil., o. Prof., Gutsbes., Müncheberg bei Berlin . . . . . (26. 7. 93)
Küster, Ernst, Dr. med, o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med., Rat, Berlin . . . . . 4. 11. 91.
Küttner, Hermann, Dr. med., o. Prof. der Chiurg., Breslau (8. 2. 05)
Loewi, Otto, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Graz (15. 5. 01)
Lotz, Heinrich, Dr. phil., Geologe, Berlin . . . . . (13. 12. 99)
Meisenheimer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. d. Zool., Leipzig 5. 8. 03. (16. 2. 98)
Meyer, Hans, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Wien 11. 3. 85.
v. Müller, Friedr., Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., München 26. 7. 93.
Neide, Ernst, Major a. D., Dr. phil., Allstedt, Großh. Sachsen (13. 1. 04)
Noll, Alfred, Dr. med., a. o. Prof. d. Physiol., Jena . . . (16. 2. 98)
Oestreich, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Utrecht (9. 3. 04)
Opitz, Erich, Dr. med., Prof., Dir. d. Frauenkl., Gießen . (13. 1. 04)
Pfannkuch, Wilhelm, Dr. med., prakt. Arzt, Cassel . . . (17. 1. 72)
Pfeffer, Wilh., Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Hofrat, Leipzig . . . . . (27. 4. 71)
Plate, Ludwig, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Jena . . (27. 1. 88)
Plenge, Enriquez, Dr. med., Heidelberg . . . . . (7. 3. 99)
Ransom, Frederick, Dr. med., Cambridge . . . . . (7. 3. 99)
Rathke, Bernhard, Dr. phil., Prof. d. physik. Chemie, Meran 14. 3. 84.
**Rehn, Joh. Heinrich*, Dr. med., San.-Rat, Frankfurt a. M. 26. 11. 80.
Rein, Johannes, Dr. phil., o. Prof. em. der Geographie, Geh. Reg.-Rat, Bonn . . . . . 1. 12. 76.
Ribbert, Hugo, Dr. med., o. Prof. d. pathol. Anatomie, Bonn 20. 6. 00.
Römer, Paul, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Greifswald 28. 6. 11. (10. 2. 04)
Romberg, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. inn. Mediz. München 20. 6. 00.
Rost, Eugen, Dr. med., Regierungsrat, Berlin . . . . . (16. 2. 98)
Rubner, Max, Dr. med., o. Prof. der Physiol., Geh. Med.-Rat, Berlin . . . . . 13. 1. 86.
Rühl, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der Geographie, Berlin (28. 7. 09)
Rumpf, Theodor, Dr. med., Professor, Bonn . . . . . 14. 3. 90.
Rupp, Erwin, Dr. phil., o. Prof. f. Pharmazie, Königsberg (14. 12. 04)
Ruppel, Wilhelm, Dr. phil., Professor, Höchst . . . . . (18. 7. 00)
Sauerbruch, Ferd., Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Zürich (7. 6. 10)
Schaum, Carl, Dr. phil., o. Prof. d. phys. Chemie, Gießen 13. 12. 05. (11. 8. 97)

Schenck, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. der physik. Chemie, Geh. Reg.-Rat, Breslau . . . . . (11. 8. 97)
Schmidt, Martin, Dr. med., o. Professor d. path. Anatomie, Würzburg . . . . . 28. 6. 11.
Schöne, Georg, Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie, Greifswald (7. 6. 10)
Schottelius, Max, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Hofrat, Freiburg i. B. . . . . (11. 7. 79)
Schottky, Friedrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat, Berlin . . . . . 15. 5. 95.
Schridde, Hermann, Dr. med., Prof., Direktor der pathol. Anatomie, Dortmund . . . . . (13. 12. 05)
Schwenkenbecher, Alfred, Dr. med., Prof., Direktor der med. Klinik, Frankfurt a. M. . . . . (13. 5. 08)
Seddig, Max, Dr. phil., Prof., Privatdozent der Physik, Frankfurt a. M. . . . . (17. 6. 03)
Siemens, Friedrich, Dr. med., Geh. Med.-Rat, Direktor der Landes-Irrenanstalt Lauenburg i. P. . . . . (19. 12. 79)
**Speck, Carl,* Dr. med., San.-Rat, Kreis-Physik., Dillenburg 5. 4. 71.
Stoeckel, Walter, Dr. med., o. Prof., Direktor der gynäkol. Klinik, Kiel . . . . . (5. 8. 08)
Strahl, Hans, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Gießen . . 27. 1. 88.
(14. 12. 80)
Straub, Walther, Dr. med., o. Prof. d. Pharmakol., Freiburg (13. 12. 05)
Study, Eduard, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Bonn . (14. 3. 90)
Uthoff, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Breslau . . . . . 4. 11. 91.
Wendel, Walther, Dr. med., Prof., Direktor des städtischen Krankenhauses, Magdeburg-Sudenburg . . . . . (12. 2. 02)
Wernicke, Erich, Dr. med., Prof., Direktor des hygienischen Instituts in Posen . . . . . 16. 2. 98.
(10. 2. 97)
Ziegenbein, Hans, Dr. phil., Vorst. d. Nahrungsm.-Amts, Stralsund . . . . . (14. 5. 02)

Durch den Tod hat die Gesellschaft im Jahre 1915 verloren:

von den auswärtigen Mitgliedern:

Debus, Heinrich, Dr. phil., Prof., Cassel . . . . . (16. 11. 59)
Dohrn, Rudolf, Dr. med., Geh. Med.-Rat, Dresden . . . 10. 2. 64.
v. Drach, Alhard, Dr. phil., Geh. Reg.-Rat, Cassel . . . 11. 7. 66.

v. Könen, Adolf, Dr. phil., Geh. Berg-Rat, Göttingen . . 28. 4. 74.
(10. 6. 69)
Schmidt-Rimpler, Hermann, Dr. med., Geh. Med.-R., Halle 15. 11. 71.
Thumb, Albert, Dr. phil., o. Prof., Straßburg . . . . (14. 2. 06)

Seinen Austritt erklärte Prof. *E. Neumann.*

Der Vorstand.

F. Richarz, Vorsitzender. *Thiel*, ständiger Schriftführer.
A. Lohmann, Kassenführer.

Kriegsvertreter des Schriftführers und des Kassenführers:
W. Feußner. F. A. Schulze.

Engerer Ausschuß.

E. Korschelt, stellvertr. Vorsitzender. *Fr. Schenck. E. Schmidt.*

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 1 März 1915

In der Sitzung vom 10. März 1915 hielt zunächst Herr A. Wegener folgenden Vortrag:

Ueber die Mondflut der Atmosphäre.

Sodann trug Herr F. Richarz vor über:

Die Schwäche senkrecht reflektierten Lichtes und damit zusammenhängende Erscheinungen, z. B. die Sichtbarkeit der Unterseeboote von Luftfahrzeugen aus.

Um den auf Wolken fallenden Schatten des eigenen Körpers, das „Brockengespenst", oder den Schatten des Ballonkorbes, in dem man fährt, das „Ballongespenst", herum bilden sich häufig Beugungsringe, Glorien. Selbstverständlich sind die Wolkentröpfchen die beugenden Elemente; wenn sie annähernd gleich gross, homogen nach Joh. Kiesslings Bezeichnung, sind, geben sie die beobachteten Ringe. Schwierigkeit macht aber bei der Erklärung das zu postulierende Intensitätsmaximum für Licht, das von einer Wolke in der Richtung des auffallenden Lichtes reflektiert wird, gleichgültig unter welchem Winkel das Licht auftrifft, welches Intensitätsmaximum in der Tat auch dann beobachtet worden

ist, wenn die Tröpfchen nicht homogen waren, also keine Beugungsringe entstanden. Die Erklärung glaube ich in dem Zusammenwirken der Gesamtheit der Tröpfchen gefunden zu haben [1]). Dagegen kann die Reflexion an einem Tröpfchen ein solches Maximum keineswegs ergeben.

Denn, wenn man eine kleine, spiegelnde Kugel, deren Durchmesser klein ist gegen die Entfernungen von ihr, gleichmässig mit parallelem Licht beleuchtet, so ist die Intensität des von ihrer Vorderfläche reflektierten Lichtes nach allen allen Richtungen hin dieselbe [2]). Durch die Reflexion des in die Tröpfchen hineingebrochenen Lichtes an deren Rückseite wird zwar ein Maximum der Intensität des reflektierten Lichtes erzeugt, aber in anderer Richtung; denn dieses Maximum liefert den Regenbogen und seine Berechnung dessen primitive Theorie nach Cartesius. Die in der Richtung des Einfalls reflektierten Strahlen ergeben dagegen auch von der Rückwand her kein Maximum, wie z. B. irrtümlich der um die atmosphärische Optik sonst so hoch verdiente Joh. Kiessling annimmt [3]); im Gegenteil: sie ergeben stärkste Divergenz, ein Minimum der Lichtmenge pro Raumwinkeleinheit [4]).

Bei diesen Berechnungen war aber nicht berücksichtigt, dass die Intensität des reflektierten Lichtes abhängig ist vom Einfallswinkel und zwar nach den bekannten Fresnel'schen Formeln; es war von vornherein nicht ausgeschlossen, dass diese Abhängigkeit eine ganz andere Intensitätsverteilung in dem von einem einzelnen Tröpfchen zurückgeworfenen Lichte erkennen lassen würde. Denn die (nach Fresnels Bezeichnung) parallel der Einfallsebene schwingende Komponente

---

1) F. Richarz, Marb. Sitz.-Ber. 1912, Nr. 1 u. 5. Meteorol. Ztschr. 1912, Heft 6. Deutsche Luftf.-Ztschr. 1913, Nr. 1 u. 4. Deutsche Rdschr. f. Geogr. 1914. XXXVI. Jahrg. Heft 4.

2) F. Richarz, Meteorol. Ztschr. Januar 1908, S. 23.

3) Joh. Kiessling, Ztschr. d. Deutschen Met. Ges., herausgeg. von W. Köppen, Berlin, bei Ascher, 1885, 2, S. 70 ff.

4) F. Richarz, Meteorol. Ztschr., Januar 1908, S. 25.

des reflektierten Lichtes nimmt vom Einfallswinkel Null bis zum Polarisationswinkel ab, bei welchem sie verschwindet. Sie allein genommen würde also ein Intensitätsmaximum bei senkrechtem Einfall ergeben. Die andere Komponente aber nimmt vom Einfallswinkel Null an beständig zu, und es muss die Resultante der beiden ermittelt werden.

Es sei i der Einfalls-, β der Brechungswinkel. Die Intensität des einfallenden Lichtes werde gleich 1 gesetzt. Dann ist nach Fresnel, wenn wir geradlinig polarisiertes Licht mit Schwingungen parallel der Einfallsebene haben, die Intensität des reflektierten Lichtes:

$$J_p = \frac{tg^2\ (i - \beta)}{tg^2\ (i + \beta)}$$

und bei Lichtschwingungen senkrecht zur Einfallsebene

$$J_s = \frac{sin^2\ (i - \beta)}{sin^2\ (i + \beta)}$$

Dazu kommt das Snellius'sche Brechungsgesetz: $\frac{sin\ i}{sin\ \beta} = n$

Bei senkrechtem Einfall ($i = 0$) wird

$$J_p = J_s = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$$

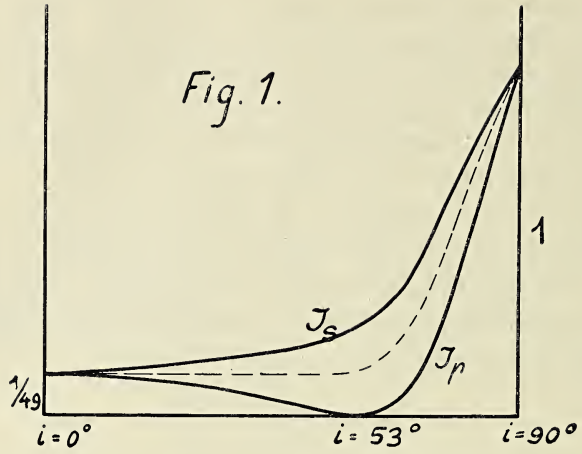
Für Wasser ist $n = \frac{4}{3}$; also bei $i = 0$

$$J_p = J_s = \frac{1}{49}.$$

Der Polarisationswinkel bei Wasser, nach Brewsters Gesetz aus $tg(i) = \frac{4}{3}$ zu berechnen, beträgt etwas über 53^0. Für diesen verschwindet J_p. Bei streifendem Einfall ($i = 90^0$) werden

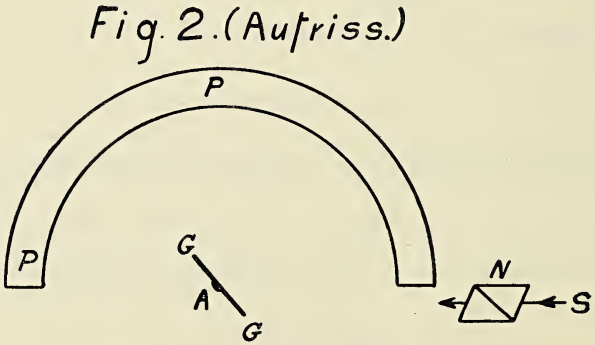
$$J_p = J_s = 1$$

Es ergibt sich mithin für die beiden Fälle folgender Verlauf.



Von dem kleinen Werte 1/49 an nimmt J_p mit wachsendem Einfallswinkel langsam ab bis zum Werte Null bei $i = 53^0$, um dann zu wachsen bis Eins bei 90^0. Gleichzeitig wächst J_s von demselben kleinen Anfangswerte an von vorneherein, ohne zuerst abzunehmen, beständig ebenfalls bis auf Eins bei 90^0.

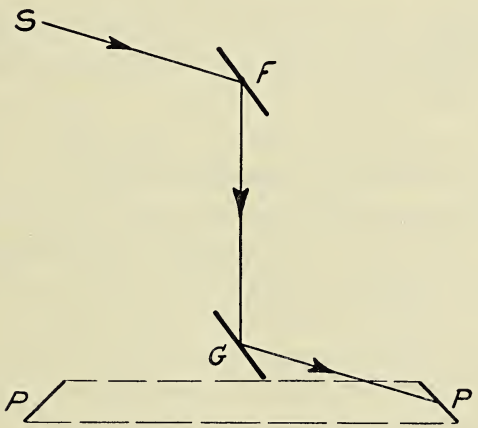
Dieser Verlauf ist in Fig. 1 durch die beiden ausgezogenen Kurven dargestellt.



Der Vortragende demonstrierte diese grundlegenden Verhältnisse an folgendem Apparat (Fig. 2). Von einer Bogen-

lampe geht ein horizontales Strahlenbündel S aus und wird vermittels geeigneter Linsen durch ein Nicol'sches Prisma N geleitet. Das nunmehr polarisierte Lichtbündel fällt auf einen schwarzen Glasspiegel G von 8 × 8 cm Grösse, so, dass Einfallsebene die durch den einfallenden Strahl gelegte Vertikalebene ist. Dabei ist aber der Spiegel drehbar um eine in ihm liegende horizontale Achse A, welche auf dem einfallenden Strahl senkrecht steht. Das reflektierte Lichtbündel fällt auf einen 25 cm breiten weissen Pappstreifen P, der oben ringsherum in etwa 37 cm Entfernung von der Spiegelachse angebracht ist, überall unter 45 ^{0} gegen die auftreffenden Strahlen geneigt, also ein halbringförmiges Stück einer Kegelfläche bildend, deren geometrische Achse mit der Drehungsachse A des Spiegels zusammenfällt. Auf diesem weissen Papphalbring erscheint dann der Reflex gut sichtbar, wandert beim Drehen des Spiegels auf ihm herum und zeigt für die beiden Hauptstelluugen des polarisierenden Nicols während der Spiegeldrehung die charakteristischen angegebenen Intensitätsänderungen.

Fig. 3. (Grundriss.)



Mit einem ähnlichen Apparat lassen sich auch die Grunderscheinungen der Polarisation bei Spiegelung einfach demon-

strieren, er ist durch Fig. 3, Grundriss, skizziert. Die Strahlen S fallen unter dem Polarisationswinkel auf den festen schwarzen Glasspiegel F, werden zu dem um FG als Achse drehbaren G reflektiert, und von diesem zu einem geneigten weissen Pappstreifen PP, entsprechend dem zuvor beschriebenen, der aber einen ganzen, nicht einen halben, Ring um die verlängevte Achse FG bildet. Damit hat man einen Nörremberg'schen Polarisationsapparat zur Demonstration für einen grösseren Hörsaal. Stellt man übrigens in dem Apparat Fig. 2 den Spiegel G auf den Polarisationswinkel ein und dreht das Nicol'sche Prisma N, so hat man ebenfalls die Demonstration eines Polarisationsapparates.

Schwingt weiter zunächst das einfallende Licht zwar geradlinig, aber weder parallel, noch senkrecht zur Einfallsebene, sondern unter dem Azimuth w gegen dieselbe, so zerlege ich es wieder in die beiden Komponenten jener Schwingungsrichtungen, denen dann die Intensitäten $cos^2 w$ bezw. $sin^2 w$ zukommen. Die Komponenten im reflektierten Licht haben dann die Intensitäten:

$$J_p \cdot cos^2 w \text{ bezw. } J_s \cdot sin^2 w$$

Die Amplituden setzen sich wie Vektoren zusammen; ihre Quadrate addieren sich einfach; die Intensität des resultierenden reflektierten Lichtes ist mithin:

$$J = J_p \cdot cos^2 w + J_s \cdot sin^2 w$$

Haben wir schliesslich natürliches Licht, so wechselt w zwischen allen möglichen Werten von 0 bis 2π, es sind die Mittelwerte innerhalb dieser Grenzen zu nehmen, und die Intensität des reflektierten natürlichen Lichtes wird:

$$J_n = J_p \cdot \overline{cos^2 w} + J_s \cdot \overline{sin^2 w}$$

Bekanntlich ist $\overline{cos^2 w} = \overline{sin^2 w} = \frac{1}{2}$; also: $J_n = \frac{1}{2}(J_p + J_s)$ einfach das arithmetische Mittel von J_p und J_s. Deren Verlauf einzeln genommen hatten wir oben erkannt. Ihr Mittel beginnt bei $i = 0$ abwechselnd mit dem sehr kleinen Werte

1/49. J_p nimmt zuerst ab, J_s zu. Für natürliches Licht finden wir also bei senkrechtem Einfall einen sehr breiten, niedrigen Wert, nahezu Konstanz bis zum Polarisationswinkel, dann erst starken Anstieg.

Dieser Verlauf ist in Figur 1 gestrichelt eingetragen. Zunächst ist also ersichtlich, dass an den Schlüssen über die Reflexion an der Vorderseite eines einzelnen Tröpfchens nichts wesentliches zu ändern ist. Dasselbe gilt aber auch für die Reflexion an der Rückseite. Der Verlauf der Intensitätskurven nach Fresnels Formeln bleibt bei ihr im wesentlichen derselbe wie für die Vorderseite. Nur muss n mit $1/n$ vertauscht werden. Der Wert von J bei senkrechtem Einfall bleibt bei dieser Vertauschung ungeändert. Zwar erhält der Polarisationswinkel einen anderen Wert, nämlich $90^0 - 53^0 = 37^0$; auch tritt vom Grenzwinkel der totalen Reflexion an diese ein; aber in der Nähe des senkrechten Einfalls bleibt alles im wesentlichen ungeändert.

Die Reflexion an einem einzelnen Tröpfchen kann also auch mit Berücksichtigung der Abhängigkeit der Reflexions-Intensität vom Einfallswinkel das zur Erklärung der Beugungsringe um Brocken- oder Ballongespenst zu postulierende und auch beobachtete Intensitätsmaximum für die Mitte der Erscheinung nicht erklären. Es bleibt also nur meine früher gegebene Erklärung.

Dagegen erklärt sich aus der hergeleiteten Abhängigkeit der Reflexion vom Einfallswinkel, die selbstverständlich nicht für metallische Reflexion gilt, eine Reihe anderer bekannter Erscheinungen nämlich folgende:

Wenn man auf einen Spiegel, dessen Rückseite mit Amalgam belegt ist, senkrecht oder nur wenig geneigt aufblickt, so erblickt man neben dem kräftigen am Amalgam gespiegelten Bilde (am besten demjenigen einer punktförmigen Lichtquelle) das an der vorderen Glasfläche gespiegelte nur schwach. Letzteres wird bei geneigtem Auftreffen kräftiger; daneben werden dann auch noch die durch mehrfachen Hin-

und Hergang im Inneren der Glasplatte reflektierten Bilder sichtbar, aber schwächer, jedoch auch diese um so kräftiger, je geneigter die Spiegelung stattfindet.

Wenn man einen Fluss oder eine andere Wasserfläche von einer nicht ungewöhnlich schroff ansteigenden Höhe betrachtet, erscheinen sie glänzend, weil die horizontalen Entfernungen meist weit bedeutender sind als die vertikalen Erhebungen. Denn infolgedessen gelangt ins Auge Himmelslicht, welches unter starker Neigung, also mit verhältnismässig grosser Intensität an den Wasserflächen zurückgeworfen wird. Dagegen von einem Luftfahrzeug aus blickt man auf die Wasserfläche, wenn sie nicht weit entfernt ist, steil hinunter; ins Auge gelangt nahe senkrecht reflektiertes Himmelslicht, also nur solches von recht schwacher Intensität. Infolgedessen sehen vom Luftfahrzeug aus die Wasserflächen, auf die man hinabblickt, dunkel aus; ein Fluss durchfliesst als schwarzes, nicht als silberglänzendes Band die Landschaft, was dieser einen ganz veränderten Eindruck verleiht.

Endlich ist hierin auch die vornehmlichste Ursache begründet dafür, dass Unterseeboote von Luftfahrzeugen aus besser erspäht werden können, als von einem Schiffe aus. Von letzterem aus gesehen erglänzt die Meeresoberfläche in reflektiertem Himmelslicht von recht schrägem Einfall; dieser Glanz der Oberfläche erschwert die Sichtbarkeit im Innern befindlicher Gegenstände bis zur Unkenntlichkeit, wozu noch die starke Verkürzung ihrer vertikalen Dimensionen durch die Brechung beim Austritte aus der Wasserfläche hinzutritt. Vom Luftfahrzeug aus gesehen fällt die Ueberblendung durch den Reflex an der Oberfläche weg und das Unterseeboot kann leichter erblickt werden.

Nach Mitteilung von Herrn Kollegen A. Gürber kann man vom Ballon aus die im Innern eines Flusses befindlichen Gegenstände erkennen, während man sie auch beim senkrechten Durchblicken durch den Wasserspiegel aus der Nähe, z. B. von einem Kahn aus, zu erkennen nicht imstande ist.

Hier muss also noch eine andere Ursache zur Erklärung herangezogen werden. Ich glaube diese in der Unruhe des Wasserspiegels erkennen zu sollen, welche kleine unregelmässige Abweichungen von seiner Horizontalität zur Folge hat. Von einem Punkte im Innern des Wassers kann im allgemeinen ein Strahlenkegel ins Auge gelangen, der — abgesehen von der Brechung an der Wasseroberfläche und an der Hornhaut des Auges — den Punkt des Objektes zur Spitze und die Pupille des Auges zur Basis hat. Wenn die Oberfläche vollkommen eben und horizontal ist, wird der Verlauf der Strahlen nur sehr wenig durch die Brechung beim Austritt aus dem Wasser verändert werden. Dies tritt aber ein, sobald die Oberfläche unregelmässig von der Ebenheit abweicht. Je näher sich das Auge der Wasserfläche befindet, um so grösser ist der Kreis, in welchem der ins Auge gelangende Strahlenkegel die Oberfläche durchsetzt, um so stärkere Störungen im regelmässigen Strahlenverlauf werden die Kräuselungen der Wasserfläche hervorrufen, sodass die von einem Punkte im Wasser ausgehenden Strahlen vom Auge nicht mehr in einem Punkte der Netzhaut vereinigt werden. Bei grossem Augenabstand dagegen treffen die von einem Punkte innerhalb des Wassers nach der Pupille hingehenden Strahlen die Oberfläche fast nur in einem Punkte, jedenfalls in einem so ungemein kleinen Kreise, dass innerhalb desselben die Wasserfläche trotz Kräuselung als eben angesehen werden kann, mithin nur eine ganz unbedeutende Störung des regelmässigen Verlaufes der Strahlen statt hat und der Punkt scharf gesehen wird. In dieser Weise lässt sich wohl die interessante Beobachtung von Herrn A. Gürber erklären.

In kürzerer Weise sind die vorstehenden Auseinandersetzungen mitgeteilt in der Festschrift zu R. Assmanns 70. Geburtstage, Sonderheft von „Das Wetter“, Berlin, Otto Salle, 1915.

Weiterhin machte Herr F. Richarz folgende **historische Bemerkungen** zu seinem Beitrage für die „Kultur der Gegenwart", Band Physik, herausgegeben von E. Warburg. In Bezug auf die Vorgeschichte der Entdeckung des Elektromagnetismus durch den Kopenhagener Physiker Oerstedt hatte ich mich leider einem vielverbreiteten Irrtume angeschlossen, der gerade in der Zeit, in welcher ich selbst Vorlesungen hörte, in solchen vorgetragen wurde, und dann auch in viele Lehrbücher überging, und auf den Herr Felix Klein mich freundlichst aufmerksam gemacht hat. Es war nämlich in einer Schrift, der ich nicht die unverdiente Ehre erweisen möchte, sie nochmals zu zitieren, zu Unrecht behauptet worden, Schweigger habe bereits 1808 die Erscheinungen des Elektromagnetismus gefunden. Herr Felix Klein hat kurz darauf diesen Irrtum aufgedeckt (Pogg. Ann. 157, p. 647—648, 1876), was bedauerlicherweise manchem, so auch mir entgangen war. Was ferner die Behauptung betrifft, dass Oerstedt ursprünglich angenommen habe, die magnetische Ablenkung trete nur dann ein, wenn der stromdurchflossene Draht durch den Strom galvanisch glühend geworden sei, so ist dies zu beschränken wie folgt. In seiner ersten Abhandlung vom 21. Juli 1820 erkennt Oerstedt einen „elektrischen Strom" überhaupt noch nicht. In dem „verbindenden Drahte" eines „galvanischen Apparates" findet für ihn ein „Kampf der Kräfte", der „elektrische Konflikt" statt. Er sagt, er habe „bewiesen, dass die Wärme und das Licht der elektrische Konflikt sind". „Der elektrische Konflikt vermag auch auf die magnetischen Teile der Materie zu wirken." Dies weist Oerstedt unzweifelhaft nach, und zwar mit Hilfe eines sehr kräftigen „galvanischen Apparates", fügt aber hinzu, „doch können auch kleinere Apparate gebraucht werden, wenn sie nur einen Draht zum Glühen zu bringen vermögen". Dass für Oerstedt aber doch andererseits nur (wie oben erwähnt) „die Wärme" und nicht geradezu das Glühen „der elektrische Konflikt ist", geht

daraus hervor, dass er sogar bei Unterbrechung durch Wasser nicht alle magnetische Wirkung ausbleiben sieht. Den Begriff des Stromes erkannte einige Monate später Ampère, der Oerstedts Entdeckung weiter verfolgte. (Siehe Ostwalds Klassiker, Nr. 63, herausgeg. v. A. v. Oettingen, Leipzig bei Engelmann).

Nach allgemeiner Ansicht soll Daniell das erste konstante galvanische Element konstruiert haben (1836). In seiner Besprechung des „Briefwechsels zwischen Goethe und Johann Wolfgang Döbereiner", herausg. v. J. Schiff, Weimar 1914, in der Deutschen Literaturzeitung, 1915, p. 278, macht aber Herr W. Fabricius darauf aufmerksam, dass diese Priorität Döbereiner zukommt. In der Tat beschreibt dieser in Gilberts Annalen, Bd. 68 [Ann. d. Phys. u. physik. Chemie, Bd. 8], 1821, p. 84—86, eine „stöchiometrische galvanische Kette", welche folgendermassen zusammengestellt ist. Zink ist umgeben von Salmiaklösung; in sie hinein taucht ein weites Glasrohr, unten mit tierischer Blase zugebunden; es enthält einen Platindraht und verdünnte Säure, aber auch Metallsalzlösungen, z. B. Kupferlösungen. Er beschreibt dann, wie sich bei der Tätigkeit der Kette der Platindraht sogleich mit Kupfer bedeckt und die Kupferabscheidung mit grosser Stetigkeit solange weiter geht, als noch Kupfer in der Lösung vorhanden ist.

Prof. Korschelt berichtet kurz über die Ergebnisse einer von Dr. Georg Schmidt angestellten Untersuchung über das Blutgefässsystem von *Helix pomatia* und legt die sehr sorgfältig ausgeführten Tafeln dieser Arbeit vor, deren Verfasser leider zu den bei den schweren Kämpfen unseres Jägerbataillons in Flandern Gefallenen gehört.

Prof. Korschelt spricht sodann über:

Das Auftreten kristallähnlicher Gebilde in den Nucleolen der Ganglienzellen des Nervensystems der Weinbergsschnecke

nach Beobachtungen von Helene Kunze.

Der Vortragende bespricht zunächst das Vorkommen von Kristallen in tierischen Zellen und besonders in deren Kernen, sodann das Auftreten kristallähnlicher Bildungen in den Nucleolen, zumal im Hinblick auf die Bedeutung der letzteren für den Zellkern und seinen Stoffwechsel. Die in den Nucleolen der Ganglienzellen von *Helix* auftretenden stark lichtbrechenden Gebilde finden sich nach den Wahrnehmungen von Frl. Kunze bis zu 20 in einem Kern, besonders häufig in dem Visceralganglion; neben Kernen von Zellen, welche die „Kristalloide“ enthalten, liegen solche, in denen sie fehlen. Von einer Beeinflussung der Erscheinung durch das Ersticken der Schnecken in Wasser, woran Legendre dachte, kann schon deshalb nicht die Rede sein, weil die Ganglien aus nicht auf diese Weise getöteten Schnecken herauspräpariert wurden. Die Grösse der Kristalloide ist in den einzelnen Nucleolen recht verschieden und auch grössere Nucleolen können fast ganz von ihnen erfüllt sein. Die stark lichtbrechenden, nur wenig färbbaren Gebilde lassen Flächen und Kanten erkennen, welche sie entschieden kristallähnlich erscheinen lassen. Ob es sich wirklich um Kristalle

handelt, lässt der Vortragende vorläufig dahingestellt, bis noch genauere Untersuchungen vorliegen; doppelbrechend sind sie nach den freundlicher Weise von Herrn Dr. Schwantke damit vorgenommenen Untersuchungen nicht. — Um die Kristallnatur der in Rede stehenden Gebilde, welche durch mikroskopische Demonstration erläutert werden, dreht sich die auf den Vortrag folgende Diskussion, an der sich die Herren Schwantke, Guerber, Richarz und Korschelt beteiligen. Weitere Mitteilungen über den Gegenstand wird Frl. Kunze später machen und dabei auch auf die in Frage kommende Literatur eingehen, was wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit hier nicht geschehen konnte.

In der Geschäftssitzung erklärte Herr F. Richarz sich zwar grundsätzlich bereit, die Wahl zum Vorsitzenden anzunehmen, die in der ordentlichen Sitzung vom 3. Februar 1915 erfolgte, nachdem der bisherige Vorsitzende, Herr E. Neumann, seine Stelle niedergelegt hatte. Herr F. Richarz nimmt die Wahl nur unter der Bedingung an, dass er in der Geschäftsleitung, namentlich zur Vertretung des Schriftführers und des Kassenführers, die beide im Felde stehen, Unterstützung durch die Herren W. Feussner und F. A. Schulze finde; diese wird von beiden Herren zugesagt; die Anwesenden erklären sich mit dieser Regelung einverstanden.

In der Wahlsitzung wurden die bisherigen ausserordentlichen Mitglieder Herr Prof. Dr. E. Jaensch und Herr Prof. Dr. C. Fries zu ordentlichen Mitgliedern, Herr Dr. Cloos zum ausserordentlichen Mitglied gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 2 Mai 1915

In der Sitzung vom 12. Mai berichtete Herr E. Korschelt über die Arbeiten zweier bei den Kämpfen in Frankreich gefallenen Studierenden.

Dr. E. Eichenauer bearbeitete die **Knospenentwicklung der Donatien** besonders im Hinblick auf die feineren Strukturverhältnisse, welche wegen der schwer zu entfernenden Kieselnadeln dieser Schwämme nicht leicht festzustellen sind. Unter Vorlegen der vom Verfasser gezeichneten Abbildungen wird zunächst die äussere Bildung der Knospen geschildert und dann genauer auf die Zellenarten eingegangen, welche die Knospe aufbauen, ebenso auf die Ausscheidung der Nadeln und deren Verteilung in der Knospe. Genauere Mitteilungen werden in der im Zool. Anzeiger veröffentlichten Abhandlung des Verfassers gemacht.

C. Freitag hat in sehr eingehender und sorgfältiger Weise die Morphologie, Histologie und Physiologie der **Niere von Helix pomatia** bearbeitet und diese Untersuchung vor seinem Auszug ins Feld völlig abgeschlossen. Ebenfalls unter Bezug auf die vom Verf. gelieferten höchst instruktiven Abbildungen werden die Ergebnisse der Arbeit dargelegt, doch soll hier auf die in der Zeitschr. f. wiss. Zool. zu veröffentlichende Abhandlung verwiesen werden.

Der Vortragende widmete den beiden (Ende Oktober bei Le Quesnoy und Ende Dezember bei Perthes) gefallenen tüchtigen jungen Forschern, die uns und der Wissenschaft zu früh entrissen wurden, warme Worte der Anerkennung.

Weiter hielt Herr F. A. Schulze den Vortrag:

Die Umkehrkurve des Joule-Thomson-Effektes für Luft.

Vor einigen Jahren habe ich in diesen Sitzungsberichten [1]) gezeigt, dass die Messungen des Verhältnisses $\varkappa = \frac{c_p}{c_v}$ der spezifischen Wärmen von Luft, die P. P. Koch [2]) bei 0° C. und —79° C. bis zu Drucken von 200 Atmosphären angestellt hat, bei 0° vollständig, bei —79° hingegen nur bis zu etwa 100 Atmosphären Druck mit denjenigen Werten übereinstimmen, die man unter Benutzung der van der Waals-schen Zustandsgleichung $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = R\vartheta$ nach der Formel $\varkappa = 1 + \frac{2}{3\left[1 - \frac{2\,a\,(v-b)^2}{R\vartheta v^3}\right]}$ erhält.

Wie ich inzwischen gefunden habe, liegt dieser Unterschied zwischen Erfahrung und Theorie daran, dass die van der Waals'sche Zustandsgleichung für Luft bei —79° C. nicht mehr richtig ist. Es ist nicht möglich, den von P. P. Koch in sehr sorgfältigen Messungen ermittelten Zusammen-

1) F. A. Schulze, Marburger Sitzungsber. 1908. S. 186—194.
2) P. P. Koch, Annalen der Physik, **26**. 551 und **27**. 311. 1908.

hang von Druck und Volumen bei 0° und —79° bis zu 200 Atmosphären Druck durch die van der Waals'sche Zustandsgleichung wiederzugeben. Es gelingt dies jedoch, wenn man, wie an anderer Stelle mitgeteilt, im Anschluss an Clausius, die Konstante a von der Temperatur abhängig macht. Es zeigt sich, dass die Gleichung $\left(p + \frac{a}{\vartheta^n v^2}\right)(v - b) = R\vartheta$ mit den Zahlenwerten $a = 0{,}01278$, $b = 0{,}001360$, $n = 0{,}3480$, $R = \frac{1{,}000540}{273}$ die Koch'schen Messungen in ihrem ganzen Druckbereich vorzüglich wiedergeben.

Bei Benutzung dieser Zustandsgleichung ergibt sich, wie anderweit gezeigt, vollständige Uebereinstimmung zwischen den von P. P. Koch gefundenen Werten des Verhältnisses der spezifischen Wärmen und den berechneten Werten.

Eine weitere Prüfung der angegebenen Zustandsgleichung für Luft habe ich an Hand der von F. Noell[1]) angestellten Messungen des Joule-Thomson-Effektes für Luft für Drucke bis zu 150 Atmosphären zwischen —55° und +250° C. vorgenommen, und zwar speziell bezüglich der sogenannten „Umkehrkurve" des Kühleffektes, welche zu einem gegebenen Druck diejenige Temperatur angibt, bei der der Kühleffekt Null ist. Nach der Thermodynamik ist der Joule-Thomson-Effekt gegeben durch die Formel $\Delta\vartheta = \frac{\vartheta\left(\frac{\partial v}{\partial \vartheta}\right)_p - v}{c_p} \cdot \Delta p$; die Umkehrkurve, für die $\Delta\vartheta = 0$, ergibt sich also aus der Gleichung: $\vartheta\left(\frac{\partial v}{\partial \vartheta}\right)_p = v$. F. Noell hat bereits selbst die von ihm gefundene Umkehrkurve mit der aus der van der Waals'schen Zustandsgleichung zu berechnenden verglichen. Es fand sich leidliche Uebereinstimmung bei tieferen Temperaturen, jedoch bedeutende Abweichung bei hohen Tempe-

1) F. Noell, Doktor-Ingenieur-Dissertation, München 1914.

raturen. Insbesondere findet sich der sog. Inversionspunkt, d. h. diejenige Temperatur, bei welcher der Joule-Thomson-Kühleffekt für geringe Drucke Null ist, um bei noch höheren Temperaturen in eine Erwärmung überzugehen, nach der van der Waals'schen Zustandsgleichung bei etwa $+670^{0}$ C., während eine Extrapolation aus den Versuchsergebnissen von F. Noell zu der viel tieferen Temperatur von etwa $+340^{0}$ C. führt.

Demgegenüber schliesst sich die aus der hier angegebenen Zustandsgleichung berechnete Umkehrkurve des Joule-Thomson-Effektes in ihrem ganzen Verlauf wesentlich besser der von Noell empirisch gefundenen Umkehrkurve an. Insbesondere ist die Uebereinstimmung bei höheren Temperaturen sehr gut. Für den Inversionspunkt, für den die van der Waalssche Zustandsgleichung, wie gesagt, eine viel zu hohe Temperatur ergibt, berechnet sich 345^{0} C. in vorzüglicher Uebereinstimmung mit der Temperatur, ca. 340^{0} C., welche die graphische Extrapolation aus den Versuchen von Noell, sowie auch die Berechnung mit Hilfe der Interpolationsformel ergibt, durch die Noell das Ergebnis seiner Messungen darstellt.

Ausführlichere Mitteilungen sollen an anderer Stelle erfolgen.

Die gute Uebereinstimmung zwischen Erfahrung und Rechnung ist ein weiterer Beweis für die Brauchbarkeit der angegebenen Zustandsgleichung für Luft.

Zum Schlusse machte Herr F. Richarz eine kurze Bemerkung

über seine Deutung der Ampère'schen Molekularströme als zirkulierender Helmholtz'scher Elementarquanten.

Dass die Ampère'schen Molekularströme als gewöhnliche Leitungsströme aufgefasst die schwierige Annahme einer widerstandslosen Bahn verlangen, ist schon lange erkannt worden, z. B. von meinem Züricher Freunde und Altersgenossen Paul Culmann (Inaug.-Diss. Berlin 1884, Seite 48, Nr. 1, Satz 2). Diese Schwierigkeit wird vermieden durch die von mir zuerst gemachte Annahme, dass die Molekularströme zirkulierende Helmholtz'sche Elementarquanten sind. [Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. (**47,** 113, 1890); 4. Dez. 1893; Münchn. Sitzungsber. **24,** 3, 1894; Wied. Ann. **52,** 410, 1894; Nat. Rdsch. **9,** 276, 1894.]

Die Bahnebenen der zirkulierenden Elektronen besitzen im unmagnetischen Zustande im Sinne der Wilhelm Weberschen Theorie alle möglichen Richtungen. Beim Hineinbringen in ein magnetisches Feld werden die Bahnebenen unter Ueberwindung quasielastischer intraatomaler Kräfte mehr oder weniger gerichtet. Ich habe damals schon auf Grund dieser Annahme berechnet, dass bei Parallelrichtung sämtlicher Bahneben für die magnetische Sättigung sich Werte

der maximalen Magnetisierung berechnen lassen, die mit denjenigen, welche erfahrungsgemäss bei Eisen, Kobalt und Nickel gefunden werden, der Grössenordnung nach übereinstimmen.

Meine Urheberschaft ist damals mehrfach ausdrücklich anerkannt worden, so von dem ersten Kenner auf dem Gebiete des Magnetismus H. du Bois im Vorwort zu seiner Schrift: Magnetische Kreise, deren Theorie und Anwendung, Berlin-München, Springer-Oldenburg, 1894, Seite IV. Trotzdem und obwohl ich inzwischen mehrfach meine Grundannahme weiter ausgeführt habe, wird diese neuerdings verschiedentlich irriger Weise anderen zugeschrieben.

Die unter meiner Leitung im Marburger Physikalischen Institut ausgeführten Untersuchungen der Heusler'schen magnetischen Legierungen gaben mir Anlass, auf meine Annahme zurückzukommen. Insbesondere habe ich in meinen durch diese Arbeiten veranlassten und daselbst veröffentlichten Bemerkungen auf folgendes hingewiesen. Man könnte gegen die Deutung der Ampère'schen Molekularströme als zirkulierende Elektronen einwenden, dass diese andauernd Energie durch Strahlung abgeben müssen. Wenn man aber annimmt, dass in derselben Bahn mehrere Elektronen kreisend einander folgen, ist diese ausgestrahlte Energie verschwindend klein.

Noch kürzlich habe ich meine Anschauungen zusammengefasst in dem Bericht über Magnetismus von Legierungen, den ich zufolge Aufforderung des Komitees verfasste für den internationalen Kongress für Radiologie und Elektrizität zu Brüssel, September 1910, wiederabgedruckt Physik. Ztsch. **12**, 151, 1911. Dort führte ich unter anderem folgendes aus:

Bei meiner oben erwähnten Berechnung der Sättigungswerte der Magnetisierbarkeit, wie ich sie bereits im Jahre 1893 ausgeführt habe, war nicht berücksichtigt die Wärmebewegung, welche notwendigerweise und wie auch bereits seit langem angenommen, der Richtung der Molekularmagnete entgegenwirkt. Bei der freien Beweglichkeit der Molekeln,

wie sie für die Wärmebewegung in Gasen und Flüssigkeiten anzunehmen ist, wird bei ein und derselben äusseren magnetischen Feldstärke dadurch allerdings der Wert der bei ihr erreichten Magnetisierung um eine Grössenordnung herabgesetzt. Bei derjenigen Vorstellung dagegen, die wir uns von der Wärmebewegung in festen Körpern machen müssen, ist diese Herabsetzung eine geringere; denn die Wärmebewegung in festen Körpern hat man sich vorzustellen als unregelmässige Oszillationen um eine Lage stabilen Gleichgewichtes. Dabei wird man sich zu denken haben, dass im allgemeinen vor allem die Molekel als Ganzes mit ihrem Schwerpunkt diese oszillatorische Bewegung ausführt. Durch diese Bewegung allein genommen würde überhaupt noch keine Beeinträchtigung der Richtung der Molekularmagnete hervorgerufen werden. Vielmehr würde sogar andererseits bei Kristallstruktur bereits die durch die Molekularkräfte hervorgerufene gegenseitige Orientierung der Molekeln auch eine Parallelrichtung der Molekularmagnete hervorbringen. Dazu kommt aber allerdings noch eine andere Bewegung der einzelnen Molekeln, die in einer oszillatorischen Rotation um Achsen bestehen kann, die durch den Schwerpunkt der Molekel hindurchgehen. Diese letztere Art der Wärmebewegung würde in der Tat einen desorientierenden Einfluss auf die Richtung der Molekularmagnete ausüben. Dieser Einfluss wird indessen nur gering sein, und die Werte der Magnetisierbarkeit, welche ohne ihre Berücksichtigung berechnet werden, können durch diesen Einfluss nur unerheblich herabgesetzt werden.

Mit diesen meinen Ueberlegungen berührt sich mehrfach die Doktorarbeit von Herrn Wilhelm Budde: Die Susreptibilität paramagnetischer Körper bei tiefen Temperaturen und die Quantentheorie, Marburg 1914; insbesondere Seite 7, Anm. 1. Diese Untersuchung war vor derjenigen von E. Oosterhuis (Physik. Ztsch. Nr. 18, 15. Sept. 1913) ausgeführt, aber wegen ihrer Einreichung als Inauguraldissertation erst später

veröffentlicht. Dies vermindert den Wert der Budde'schen Arbeit keineswegs, da sie einen wesentlich anderen Weg einschlägt und auch das gewonnene Resultat sich von dem Oosterhuis'schen stark unterscheidet (Seite 10 der Budde'schen Dissertation). Und zwar ergibt die von W. Budde abgeleitete Formel (Seite 41 d. Diss., Gl. 48) weit bessere Uebereinstimmung mit den Beobachtungen, als diejenige von Oosterhuis (Tab. IV und Bem. unten bei Herrn W. Budde, Seite 44). Bei der Anwendung auf wasserfreies Mangansulfat wird die mittlere prozentuale Abweichung „beobachtet minus berechnet" nach Oosterhuis' Gleichung $\pm$ 2,37, nach W. Buddes $\pm$ 1,21. Diese Prüfungen würden sich übrigens auch besonders eignen zur Anwendung des Verdachtsmasses auf systematische Fehler (F. Richarz und E. Neumann, Marburger Universitätsprogramm 1909; weitere Ausführung der grundlegenden Betrachtungen und mathematischer Auszug, Ztsch. f. Physik. Chem. **86**, Heft 6, 1914, in der Dissert. von K. Seelis).

Jene schönen Resultate liefern den Beweis, dass Herr W. Budde sich auf dem richtigen Wege befindet. Er beabsichtigte unter Anderem weiter, meine auf voriger Seite wiederholten Ueberlegungen zu verfolgen, unterbrach dies aber bei Ausbruch des Krieges, um an ihm als Freiwilliger Teil zu nehmen.

Aus der Vorstandswahl ergab sich folgende Zusammensetzung des Vorstandes: Vorsitzender: Prof. Dr. F. Richarz; engerer Ausschuss: stellvertretender Vorsitzender Geh. Rat Korschelt, weiter Geh. Rat Schenck und Geh. Rat E. Schmidt.

Herr W. Feussner und Herr F. A. Schulze erklären sich bereit, die Geschäfte des im Felde stehenden Schriftführers Herrn Thiel und des ebenfalls im Felde stehenden Kassenführers Herrn Lohmann zu führen.

Ferner wurden in der Wahlsitzung die bisherigen ausserordentlichen Mitglieder Herr Prof. Dr. Hildebrand und Dr. A. Wegener zu ordentlichen Mitgliedern, Herr Prof. Dr. Nordhausen zum ausserordentlichen Mitglied gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 3 Juli 1915

In der Sitzung vom 14. Juli begrüsst zunächst der Vorsitzende Herrn Dr. Nippold von der magnetischen Abteilung des Meteorologischen Instituts zu Potsdam, der augenblicklich mit Neubestimmung der erdmagnetischen Elemente des Hauptbeobachtungspunktes am Sellhof beschäftigt ist.

Sodann hielt Herr W. Brand den Vortrag:

Reichweite des Geschützdonners nach Kriegsbeobachtungen.

Bei vulkanischen Ausbrüchen und heftigen Explosionen sind wiederholt Beobachtungen über eine eigentümliche Ausbreitung des Schalles gemacht worden [1]). Untersuchungen von v. d. Borne über die Selbstentzündung von Sprengstoffen bei Förde in Westfalen 1903, zu Annen im Harz 1906, von de Quervain über eine Dynamitexplosion an der Jungfraubahn 1908, von Dörr über eine Entflammung von Pulver

1) Eine bisher übersehene Beobachtung findet sich in der Met. Ztschr. 1891, S. 240, in einer kleinen Mitteilung: Barographenzeichnung während der Explosion eines Pulverturmes. Die Explosion fand am 23. April 1891 in Rom statt und erzeugte in Rom und 22 km davon Schwankungen am Barographen. Die Schallwellen dieser Explosion waren noch in Ischia (177 km südöstlich) und in Pesaro und Forli (225 km nördlich) vernehmbar.

auf dem Steinfelde bei Wien 1912 und schliesslich von den Japanern Omori und Fujiwhara über Explosionsknalle bei vulkanischen Ausbrüchen haben ergeben: In einem nahezu kreisförmigen Gebiet, das die Schallquelle ungefähr als Mittelpunkt hat, ist der Schall normal hörbar, wobei seine Intensität mit der Entfernung abnimmt. Darüber hinaus wird zunächst nichts gehört, erst in grösserer Entfernung setzt die Hörbarkeit plötzlich wieder deutlich ein, um schliesslich ganz zu verschwinden. Es gibt also zwei verschiedene Gebiete der Hörbarkeit, ein inneres und ein äusseres, die durch eine breite Zone des Schweigens voneinander getrennt sind.

Es lag nun die Frage nahe, ob sich auch für die Ausbreitung und Reichweite des Geschützdonners aus Beobachtungen während des gegenwärtigen Krieges ähnliche Verhältnisse feststellen liessen. Ich habe daraufhin in verschiedenen Tageszeitungen und Zeitschriften nach etwaigen Angaben über gehörten Kanonendonner gesucht und eine Zusammenstellung solcher Beobachtungen schon im Februar d. J. in Form eines Aufsatzes in Reclams „Universum", 31. Jahrg., Heft 24, veröffentlicht. Diese Zeitschrift wählte ich mit aus dem Grunde, um bei ihrem grossen Leserkreise den einen oder anderen zu gleichen Beobachtungen anzuregen, wenn ich das auch nicht ausdrücklich hervorhob. In der Tat bezeugte denn auch eine Reihe Zuschriften an mich, dass ein reges Interesse für die Frage vorhanden ist. Gewöhnlich gibt in diesen Briefen der Schreiber zunächst seiner Genugtuung Ausdruck, dass er nun doch seinen anfangs ungläubigen Mitbürgern gegenüber Recht behalten habe mit seiner Behauptung, Kanonendonner gehört zu haben, und teilt dann seine Beobachtungen und Ansichten mit. Dagegen war zu erwarten und fand sich auch bestätigt, dass der Aufsatz von den Fachleuten übersehen wurde.

Mittlerweile aber ist die Frage in Fluss gekommen; so sind z. B. in allen Feldwetterstationen die Beobachter angewiesen, auf die Erscheinung zu achten und über Zeit der

Beobachtung, Stärke und Richtung des Schalls usw. Notizen zu machen. Auch sollen die holländischen und schweizerischen Meteorologen eingehendere Untersuchungen über diesen Gegenstand beabsichtigen. Es ist also zu erwarten, dass das Material sehr reichhaltig werden wird, sodass eine gründliche Bearbeitung desselben unter Zuhilfenahme der Ergebnisse etwaiger Aufstiege von Pilotballonen und der Aufzeichnungen der Feldwetterstationen unsere Kenntnisse von den höheren Luftschichten nach Bewegung und Zusammensetzung sehr fördern würde. Es wäre das doch wenigstens ein kleiner positiver Kulturbeitrag des Krieges. Allerdings liesse sich dasselbe Ziel, vielleicht noch besser, auch im Frieden mit einigen nicht scharfen Kanonenschüssen oder Explosionen erreichen, wobei z. B. noch die genaue Zeit zwischen Abschuss und Ankunft des Schalls registriert werden könnte. Vielleicht lässt sich dieser Vorschlag verwirklichen.

Ich habe das Tatsachenmaterial, soweit es nicht von anderer Seite[1]) bereits zusammengestellt ist, im folgenden Verzeichnis gesammelt. Die Berichte fanden sich z. T. im Sprechsaal der „Umschau"; andere standen in der „Frankf. Ztg.", der „Köln. Ztg.", im „Tag", im „Nieuwe Rotterdamsche Courant"; die übrigen sind persönliche schriftliche und mündliche Mitteilungen. Neben den Beobachtungsorten und den Beobachtern sind die runden Enfernungen von den Schallquellen angegeben, das Datum der Beobachtung, soweit es zu ermitteln war, und kurze Auszüge aus den Berichten.

Nach den Ausgangspunkten des Geschützdonners lassen sich die Berichte gruppieren in solche, die 1. von den Kämpfen vor Verdun stammen; 2. von den Kämpfen im Oberelsass; 3. von Seegefechten in der Nordsee Ende

---

1) van Everdingen: De hoorbarheid in Nederland van het kanongebulder bij Antwerpen op 7.—9. October 1914. Hemel en Dampkring. — Meinardus: Die Hörweite des Kanonendonners bei der Beschiessung von Antwerpen. Met. Ztsch. 1915. Heft 5.

Januar; 4. von der Beschiessung von Antwerpen. Dazu kommen noch einige vereinzelte Mitteilungen.

Verzeichnis der Orte, an denen Kanonendonner gehört wurde.

(o. D. = ohne Datum; K. D. = Kanonendonner.)

I. Kämpfe um Verdun.

Ort und Beobachter	Datum	Entf.	Auszug aus den Berichten
1. Kreuznach, L. Görz-Mainz	1. Nov. 1914 u. folg.	200 km	„dumpfe Detonationen seit 1. Nov., die unbedingt von schwerem Geschütz herrühren müssen;“ im Laufe des Krieges schon einmal acht Tage lang „dies dumpfe Schiessen, was wahrscheinlich mit der Beschiessung von Namur zusammenhing“ (210 km); hierzu Datum nicht mehr angebbar.
2. Mayen (Eifel), Gustav Halm, Köln-Ehrenfeld	1. Nov. 1914 u. folg.	200 „	täglich dumpfer K. D. an einer eine halbe Stunde ausserhalb der Stadt jenseits eines Hügels gelegenen Stelle; Feststellung durch die in Mayen stationierten Offiziere.
3. Zülpich, Karl Kolter	o. D.	195 „	
4. Kaiserslautern, Kommerzienrat E. Cäsar	„	170 „	K. D. in der ganzen Umgebung hörbar, auch im Walde, ebenso deutlich bei Ostwind wie bei Windstille oder Westwind; „dass (bei Ostwind) Wolken anders zogen“, wurde nicht beobachtet. Sehr gut hörbar war der K. D. bei klarem Wetter; je dicker die Luft, um so schwächer der Schall; war die Luft sehr dick, so K. D. nur vereinzelt und nur mit Anstrengung wahrnehmbar. Regelmässiger Beobachtungsort ausserhalb der Stadt 50 m höher. Seitdem die Bäume belaubt sind, hört man das Schiessen nicht mehr, das man früher so stark und oft hörte.

Ort und Beobachter	Datum	Entf.	Auszug aus den Berichten
5. Drachenfels i. d. Pfalz, C. Witte-Ludwigshafen und M. Dauter-Mannheim	Ende Sept. 1914	190 km	die einzelnen Kanonenschläge deutlich hörbar; der Ludwigshafener Generalanzeiger berichtete über die Hörbarkeit in einem grossen Teil der Vorderpfalz.
6. Madenburg i. d. Pfalz, Dr. Frotscher-Weilmünster	8. Okt. 1914	190 „	
7. Annweiler, Trifels, Altleiningen, Maikammer (sämtl. i. d. Pfalz) M. Dauter-Mannheim	Ende Sept. 1914	etwa 180 km	Schläge sowohl auf Höhen wie in Tälern vernehmbar, an Stärke abweichend.
8. Saarbrücken, K. Deesz	1. Nov. 1914	115 „	dumpfe Detonationen auf den bewaldeten Höhen nordöstlich der Stadt, Wetter klar, Südwind. — Früher ähnliche Detonationen, wahrscheinlich von Namur (195 km) herrührend [Siehe auch 9.]
9. Oberstein, Jul. Svensson	Seit Sept. 1914	150 „	Schiessen hält Tag und Nacht an; „Donnern ist eigentlich nicht der richtige Ausdruck; denn das Rollen und Grollen vernahm ich nur für kurze Zeit. Anhaltend ist ein dumpfes Brüllen, mehr oder minder anschwellend oder verlaufend". — Das Schiessen wird ähnlich in Wendel und Forbach, auch Neunkirchen gehört, aber nicht in Saarbrücken.
10. Oberstein, A. Jungbluth	$19^{14}/_{15}$	150 „	Hörbarkeit fast ohne Unterbrechung von Kriegsanfang (ganz schwach) bis Mitte April, dem Eintritt der warmen Witterung. In den ersten Kriegstagen hoch oben im Walde

Ort und Beobachter	Datum	Entf.	Auszug aus den Berichten
			„Winterhauch“ ganz leise gehört; etwas deutlicher zuerst Mitte Sept. bei leichtem Ostwind, auf den Höhen schwächer als im Tale, am deutlichsten vor den hohen mit der Front nach Westen liegenden Felswänden; an einzelnen Punkten sind Schläge besonders stark, ohne erkennbaren Grund. Je näher es dem Winter ging, desto deutlicher wnrde der Ton; im Nov. bis Dez. konnte man jeden Schlag zählen und hätte nach dem Gehör auf 20 km geschätzt. Höhepunkt Schlacht zwischen Maas und Mosel, wobei man „im geschlossenen Zimmer unangenehm an den Krieg erinnert wurde; eigentümlicherweise vernahm man den Ton im Ofen, bezw. aus dem Ofen. Seit Frühlingsanfang wenig zu hören, trotzdem von den gleichen Stellen stets Artilleriefeuer gemeldet wurde; Mitte April „an den besten Stellen“ noch schwache Töne, 8 Tage später, als es richtig warm wurde und die Bäume sich belaubten, nichts mehr zu hören, ausser am 16. Mai auf einer Höhe in einer lichten Mulde, „einem guten Platz“, wo nochmals leiser Donner zu hören war. — Aus den gleichzeitigen Aufzeichnungen des Beobachters über Windrichtung, Zeit, Kriegsbericht sei nichts Erwähnenswertes herauszufinden.
11. Kirn a. d. Nahe, E. Petermann	Mitte Sept. b. Anf. Nov. 1914	170 km	K. D. tagtäglich, auch bei Ostwind, von so schweren Schlägen durchsetzt, dass man die 42 cm-Mörser zn hören glaubte.

Ort und Beobachter	Datum	Entf.	Auszug aus den Berichten
12. Soonwald oberh. Rheinböllen, H. Böchler-Barmen	31. Okt. b. 2. Nov. 1914	185 km	K. D. aus Richtung von Verdun, so schwach, das man beim Sprechen nichts hörte.
13. Bensheim a. der Bergstrasse, Dr. Gerhardi-Lüdenscheid	Ende März oder Anf. April 1915	225 „	In B. ist Anschauung allgemein, dass auf den Höhen der K. D. von Verdun zu hören sei. — Die Beobachtung Ende März geschah am Südwestabhang des Hemsberg, 260 m ü. M., bei schönem Frühlingswetter, mässig starkem Wind, Richtung genau Verdun—Bensheim. Erster Eindruck für die drei Beobachter ein scheinbar aus weiter Ferne kommender Schall, der sich in einer halben Stunde achtmal wiederholte. „Artillerie-Uebungsplatz u. Sprengungen kommen nicht in Frage.“ Relative Stärke der Knalle verschieden, „was vielleicht auf Verschiedenartigkeit der Geschütze oder die augenblickliche Windstärke zurückzuführen ist“. In B. selbst nichts gehört, desgl. auch später nicht mehr bei Spaziergängen in geringerer Höhe.
14. Heidelberg, Apotheker O. Sautter		225 „	unentschieden, ob von Vogesen oder Verdun; bei nebligem Wetter Dröhnen besonders gut vernehmbar; man hörte auch das Feuern verschiedener Batterien hintereinander sehr stark. Seit Frühjahr hat der K. D. aufgehört.
15. Odenwald, M. Dauter-Mannheim	27. März 1915	ungef. 225 „	Heidelberg, Fürth, Rodenstein.

Ort und Beobachter	Datum	Entf.	Auszug aus den Berichten
16. Eberbach a. N., Apotheker Wittekindt	Anf. Nov. 1915	250 km	verschiedene Klangfarbe der einzelnen Detonationen, regnerisches Wetter; Beobachtungsort ein nach W. abfallender Bergabhang [1]).
17. Eppingen(Bad.), Prof. Gutmann	o. D.	240 „	täglich K. D. gehört.
2. Die Kämpfe vor Belfort und im Oberelsass.			
1. Eigergletscher, Fr. Horand-Zürich (?)	25. Dez.	135 km	anhaltender K. D. aus nordwestlicher Richtung.
2. Frauenfeld (Thurgau), ders.	„	140 „	sogar in den belebten Strassen; überhaupt schon oft in dem ganzen Kanton Thurgau.
3. Zürich, ders.	„	120 „	auf den Höhen um Zürich; in Basel gleichzeitig nichts vernommen, dagegen in der Nähe auf den Höhen des Hauensteins.
4. Zürich (Köln. Ztg. vom 5. Jan.)	3. Jan.	120 „	dumpfes Grollen des im Elsass tobenden Geschützkampfes, aus dem sich in fast regelmässigen Zwischenräumen deutlich einzelne stärkere, offenbar von schweren Mörsern oder Haubitzen herrührende Schläge abhoben.
5. Bronschhofen (Kr. St. Gallen), A. Lenz	25. Dez.	150 „	dumpfes Donnern von Westen.
6. Degerloch	„	175 „	namentlich auf den Höhen.
7. Sigmaringen	„	160 „	
8. Tuttlingen	„	130 „	
9. Friedrichshafen Postinsp. Jänisch-Stuttg.	„	180 „	
10. Eppingen, Prof. Gutmann	o. D.	200 „	K. D. aus südwestlicher Richtung.

1) In einem späteren Schreiben meint der Beobachter, der K. D. könne auch von dem 115 km entfernten Schiessplatz Hagenau herrühren.

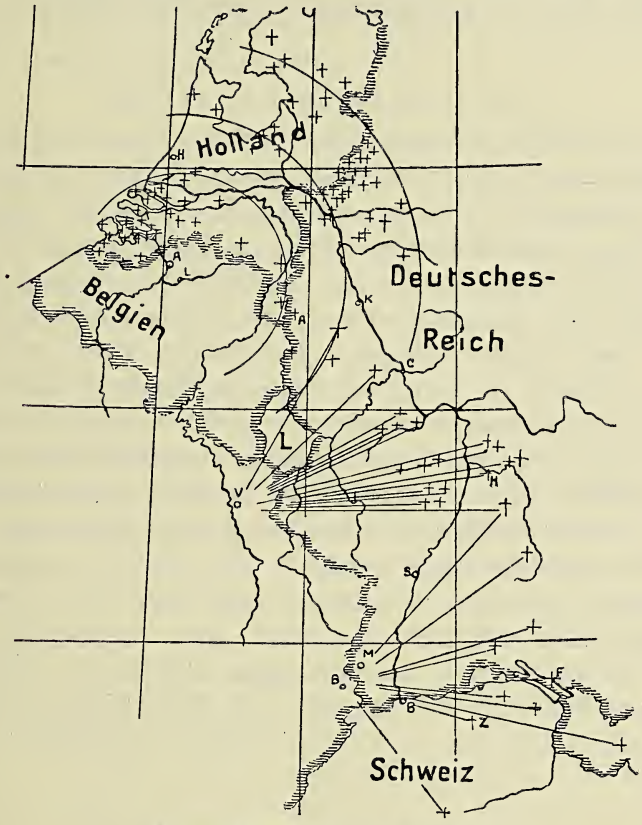
Ort und Beobachter	Datum	Entf.	Auszug aus den Berichten
11. Eberbach, Apotheker Wittekindt	10. u. 11. Aug.	220 km	Schlacht bei Mühlhausen; K. D. klar und deutlich auf den nach S. und W. abfallenden Hängen der Berge, z. B. am Katzenbuckel. Wetter sehr schön; westlich klar bei schwachem Wind aus südwestlicher Richtung.
12. Arlbergstrasse, R. Bayer-St. Anton am Arlberg	12. März	250 „	deutlich K. D. und einzelne starke Schläge; auch im Herbst an der Stelle, „wo Arlbergstr. nach N. umbiegt", während des Winters nichts beobachtet.
3. Seegefechte in der Nordsee.			
1. Franeker (Friesland in Holland), Frankf. Ztg.	24. Jan. 1915	170 km	Richtung aus Ameland und Schiemannikoog; Höhepunkt der Hörbarkeit zwischen $10^1/_2$ und 11 Uhr.
2. Rotterdam	19. Jan. 1915	150—200 km	heftiger K. D. aus Richtung Borkum.
4. Beschiessung von Antwerpen.			
1. Malmedy, Dr. Lorentzen-Erkelenz	o. D.	135 km	
2. Zülpich, Karl Kolter	„	155 „	„selbst bei Gegenwind".
3. Remscheid, Hugo Böchler-Barmen	„	190 „	auf den Höhen des bergischen Landes in der Nähe von Remscheid.
4. Wesel, Stadtbaum. Brög-Marburg	„	160 „	
5. Vereinzelte Beobachtungen.			
1. Coblenz, A. Ratgeber	März 1915		wiederholt K. D. im Coblenzer Stadtwald, im Zeitraum von etwa 5 Min. aufeinander folgende dumpfe Kanonenschläge; die Detonationen hatten verschiedene Tonarten, d. h.

Ort und Beobachter	Datum	Entf.	Auszug aus den Berichten
			sie hörten sich einmal heller und kürzer, dann wieder dumpfer und länger anhaltend an; ein Rollen war es nicht.
2. Brüssel, Dr. A. Wegener-Marburg	6. Juni 1915	130 km von Arras	9 Uhr abends in Evere (nordöstl. Peripherie von Brüssel); Richtung aus SW. Windverhältnisse: im untersten Höhenkilometer sehr schwacher Wind mit östlicher Komponente, zugleich Dunst, an der oberen Grenze sich auflösende Cumuli, die bald ganz verschwanden, darüber mässiger Wind mit westlicher Komponente. Am selben Tage verschiedene Pilot- und Drachenaufstiege in Brüssel.
3. Marburg, Prof. Jänicke	20. Aug. 1914	270 km von Metz	K. D. aus Südwesten, vermutlich von der Schlacht bei Metz, den ganzen Nachmittag über, in einem Garten innerhalb der Stadt; fortwährendes dumpfes Rollen u. Brüllen mit einzelnen Schlägen.
4. Tribsow in Pommern[1]), Emil Rackow	29. Aug. 1914	450 km	K. D. von der Schlacht bei Tannenberg; recht klarer, heisser Sommertag, leiser Ostwind, Totenstille; ganz leise vernehmbar Knattern von Gewehrschüssen und Geräusch des K. D.
5. Mainz	Ende Okt. bis Anf. Nov.		In einem Fort von Mainz wurde bei Befestigungsarbeiten unter der Erde in etwa 6 m Tiefe am Telephon deutlich fortgesetztes Rollen wahrgenommen, was die Soldaten auf Kanonendonner zurückführten.[2])

1) sehr unwahrscheinlich, da Knattern von Gewehrschüssen auf keinen Fall soweit gehört werden kann.

2) Es wäre möglich, dass durch die Erschütterungen beim Abfeuern der Geschütze erdbebenartige Wellen ausgelöst würden.

Die in diesem Verzeichnis genannten Orte sind in der untenstehenden Karte durch ein Kreuz kenntlich gemacht; die Strahlen geben die Richtung des Schalls von der jeweiligen



Massstab: |——| 100 km.

Reichweite des Kanonendonners, im nördlichen Teil von der Beschiessung Antwerpens, im mittleren von den Kämpfen vor Verdun, im südlichen vom oberelsässischen Kriegsschauplatz.

mutmasslichen Schallquelle her an. Hinzugefügt sind die Orte, in denen nach den Angaben und Karten von van Everdingen und Meinardus die Beschiessung von Antwerpen gehört wurde. Dabei sind diejenigen Orte weg-

gelassen, die nach den Mitteilungen beider deshalb nicht in Frage kommen können, weil der dort gehörte Kanonendonner wahrscheinlich entweder von einer Gefechtsübung in der Nordsee oder von Schiessproben in Meppen herrührte.

1. Beschiessung von Verdun.

Alle Beobachtungsorte sind 150—240 km von Verdun entfernt, nur einer, Saarbrücken, liegt näher an Verdun heran, nämlich 115 km. Nachrichten aus Orten, die zwischen Saarbrücken und den weiter entfernten liegen, fehlen. Selbstverständlich wird man in der unmittelbaren Umgebung der Festung den Kanonendonner gehört haben. Berücksichtigt man dies und die Tatsache, dass Verdun selbst nicht als Entstehungsort des Schalles in Betracht kommt, sondern dass die Kämpfe Anfang November wie auch die späteren sich in der Hauptsache östlich der Festung abspielten und zwar in einer Entfernung von rund 15 km, so ist es wahrscheinlich, dass der Kanonendonner direkt bis zu einer Entfernung von 100 km wahrgenommen wurde — das würde mit früheren Beobachtungen über die direkte Reichweite des Geschützdonners übereinstimmen —. Dann folgt ein Streifen von etwa 50 km Breite, aus dem keine Meldungen vorliegen, und erst bei etwa 150 km setzt die Hörbarkeit in weitem Umfange wieder ein, um sich bei 250 km allmählich zu verlieren.

2. Die Kämpfe im Oberelsass.

Die Berichte geben hier ein weniger deutliches Bild des Verbreitungsgebietes des Schalls. Die Entfernungen schwanken zwischen 50 km (Hauenstein bei Basel) und 250 km (St. Anton an der Arlbergstrasse). Die Mehrzahl der Berichte bezieht sich auf die Hörbarkeit des Geschützdonners am 1. Weihnachtstage 1914. Sie muss gerade in der Schweiz ziemlich stark gewesen sein, da der Kanonendonner „sogar in den

belebten Strassen“ des Städtchens Frauenfeld vernommen wurde. Ausdrücklich wird in den Schweizer Meldungen hervorgehoben, dass, während auf dem Eigergletscher anhaltender Kanonendonner gehört wurde, in Basel Stille herrschte, wogegen er auf den Höhen des Hauensteins nicht weit von Basel wieder vernommen wurde.

3. Seegefecht in der Nordsee am 24. Januar 1915.

Ende Januar erschien im „Nieuwen Rotterdamschen Courant“ ein Bericht über Kanonendonner, der von einem in der Nordsee stattgefundenen Seegefecht herrühren konnte. Der Donner wurde im holländischen Küstengebiet z. B. in der Provinz Friesland bei dem Orte Franeker gehört; die Angaben über Zeit und Richtung stimmten so genau, dass nicht zu bezweifeln ist, dass der Kanonendonner wirklich von jenem Gefecht herrührte. Franeker ist von dem Punkt, wo nach deutschen Meldungen das Gefecht abgebrochen wurde, etwa 130 km westnordwestlich von Helgoland, 170 km entfernt.

Auch während eines Angriffs deutscher Luftschiffe auf die englische Ostküste am 19. Januar 1915 hat man in Niederland in der Nähe von Rotterdam Kanonendonner gehört. Allerdings stimmt hier die Angabe der Schallrichtung nicht. Trotzdem ist es nicht ausgeschlossen, dass, da man sich erfahrungsgemäss leicht Täuschungen über Schallrichtung hingibt, der Geschützdonner wirklich von der Beschiessung unserer Zeppeline durch englische Kriegsschiffe oder Küstenbatterien herstammte. Es würde sich in dem Falle um Entfernungen von 150—200 km handeln.

4. Die Beschiessung von Antwerpen.

Ueber die Beschiessung Antwerpens in den Tagen vom 28. Sept. bis 9. Okt. 1914 liegt eine ganze Reihe von Beobachtungen vor. Auch hier wurden die durch die gewaltige Beschiessung hervorgerufenen ungeheuren Erschütterungen

der Atmosphäre nicht nur in der unmittelbaren Umgebung der Festung wahrgenommen, sondern weit bis nach Westdeutschland und Nordholland hinein. Ich füge zu den von van Everdingen und Meinardus darüber bereits zusammengestellten Berichten[1]) aus Holland und Deutschland nur vier neue hinzu (s. Verzeichnis). Die deutschen Beobachtungsorte liegen in der Hauptsache in einem Gebiet, das im Westen vom Niederrhein, im Süden von der Ruhr unterhalb Hagen, im Osten von der Linie Hagen-Dortmund-Coesfeld und im Norden von der holländischen Grenze umschlossen ist. Dazu kommen einige vereinzelte Orte westlich des Rheins. Von holländischen Beobachtungsorten sind die zusammengestellt, an denen am Tage der stärksten Beschiessung (8. Okt.) der Geschützdonner gehört wurde. Da Antwerpen dicht an der holländischen Grenze liegt, so war van Everdingen in der Lage, auch die Hörbarkeit in der näheren Umgebung der Festung zu untersuchen. Er erhält zunächst eine Zone von 100 km Radius, in welcher die Beschiessung direkt gehört wurde; dann folgt ein Streifen von etwa 60 km Breite, aus dem mit einer Ausnahme gar keine Meldungen vorlagen. Erst in einem Abstande von 160 km setzte die Hörbarkeit wieder ein und verschwand schliesslich bei etwa 230 km Entfernung von der Schallquelle. Da die Angaben über Schallrichtung fast alle auf Antwerpen als Ausgangspunkt hinweisen, so ist der Zusammenhang mit der Beschiessung der Festung wohl als sicher anzusehen. Everdingens Ergebnisse werden durch die deutschen Berichte bestätigt und ergänzt. Alle Beobachtungsorte in Westfalen und der Rheinprovinz sind mit wenigen Ausnahmen mehr als 160 km von Antwerpen (oder besser Lier an der Nethe) entfernt. Von den Ausnahmen liegen zwei nahe dem Aussenrand der Zone des Schweigens, eine (Aachen) nahe am Innenrand; nur Malmedy würde in

1) a. a. O.

das sonst schallfreie Gebiet fallen. Leider liegen gerade bei diesem Orte keine näheren Angaben vor. Sämtliche Orte befinden sich in der Hauptsache nach Norden und Osten von der Schallquelle.

Aus allen angeführten Beobachtungen geht einmal hervor, dass die Reichweite des Geschützdonners überraschend gross sein kann, und zweitens, was von besonderer Wichtigkeit zu sein scheint, dass diese abnorm grosse Reichweite des Schalls durchaus keine Seltenheit, ja wahrscheinlich überhaupt die Regel ist, wenn nur die Schallstärke genügend gross ist. Man kann vielleicht noch weiter gehen und sagen, dass jeder Schallstrahl diese Erscheinung aufweisen muss, und dass es in den meisten Fällen nur an den Mitteln fehlt, um sie nachzuweisen. Eine abschliessende Untersuchung, insbesondere gerade darüber, ob die Erscheinung ganz regelmässig auftritt, ist im gegenwärtigen Augenblick noch nicht möglich. Die Hauptschwierigkeit besteht darin, dass es sich meist nicht um eine einzelne Schallquelle handelt, sondern der Schall von verschiedenen Punkten gleichzeitig herrühren kann. Ferner fehlen natürlich einstweilen und vielleicht für dauernd alle Nachrichten von der Westseite der erwähnten Artilleriegefechte.

Weiter lässt die Gesamtheit der mitgeteilten Beobachtungen, insbesondere die Untersuchung der Hörbarkeit der Beschiessung von Antwerpen, folgenden Schluss auch für die Hörbarkeit des Geschützdonners zu: Neben einer Zone normaler Hörweite, die den Entstehungsort des Schalles sicherlich rings umgibt, dem inneren Schallgebiet, existiert noch ein viel ausgedehnteres Gebiet anormaler Hörweite — wiewohl dies Wort aus dem oben angegebenen Grunde eigentlich nicht mehr recht passt — dem äusseren Schallgebiet, welches von dem ersten durch einen breiten Gürtel getrennt ist, in dem man keinen Schall wahrnimmt, eine Zone des Schweigens. Aus den von Meinardus

und mir angeführten Beobachtungen allein lässt sich, da fast alle Orte offenbar dem äusseren Schallgebiet angehören, eine Zone des Schweigens natürlich nicht konstruieren. Jedoch kann man auch in den Fällen, wo Meldungen aus der unmittelbaren Nähe der Schallquelle fehlen, mit um so grösserer Wahrscheinlichkeit eine Zone des Schweigens annehmen, als die Erscheinung an und für sich ja nicht neu ist, sondern bei einigen Explosionen bereits untersucht ist.

Bei der Explosion an der Jungfraubahn erstreckte sich das Gebiet normaler Hörweite bis etwa 30 km von der Schallquelle, aber einseitig nach Norden zu, die darauf folgende Zone des Schweigens bis 170 km. Von da begann die Zone anormaler Hörbarkeit in einer Breite von 50 km, die aber nur einen Horizontalwinkel von 80 ° etwa von Norden bis Osten umfasst. Auch bei der Explosion eines Pulvermagazins in Wien-Neustadt gliederte sich das Verbreitungsgebiet der durch die Entzündung von 150000 kg Pulver ausgelösten akustischen Erscheinungen in einen inneren, die Explosionsquelle umschliessenden, gegen Westen und Süden durch die vorgelagerten Höhenzüge scharf abgegrenzten, gegen Osten zu nicht schärfer abzuteilenden Bereich, und in ein äusseres, eine Ringfläche von etwa 180 ° Oeffnung bedeckendes, von Nord über West gegen Süd gelegenes Verbreitungsgebiet. Beide waren durch einen Gürtel von 100—130 km Breite getrennt, in dem kein Schall gehört wurde. In den anderen untersuchten Fällen liegen die Verhältnisse ähnlich. Auffällig ist dabei, dass die äussere Hörbarkeitszone nicht einen zu dem inneren Schallgebiet konzentrischen Ring bildet, sondern einseitig ausgebildet ist mit einem scharf begrenzten Innenrand, während nach aussen sich die Hörbarkeit allmählich verliert. Da für die Untersuchung der Hörbarkeit des Geschützdonners bis jetzt nur deutsche, holländische und einige schweizerische Beobachtungen vorliegen, alle Nachrichten vor allem von der Westseite des französischen Kriegsschauplatzes fehlen, so lässt sich aus diesen Beobachtungen allein

natürlich die Frage nicht entscheiden, ob auch diesmal das äussere Hörgebiet einseitig ausgebildet oder ob es ringförmig geschlossen ist. Da aber andererseits die Analogie zwischen diesen und den früher beschriebenen Fällen unverkennbar ist, so kann man wohl annehmen, dass das äussere Schallgebiet auch hier nur nach einer Richtung sich erstreckt.

Was nun die Erklärung dieser auf den ersten Blick rätselhaften Erscheinung anbelangt, so ist es jedenfalls ausgeschlossen, dass die Schallübertragung auf geradem Wege erfolgt ist; denn dann wäre eine Zone des Schweigens unverständlich. Darum kommen auch die meisten Erklärungsversuche, wie sie mir in Briefen z. B. zugingen, insbesondere auch die, welche die bessere Leitfähigkeit der Erde als Ursache ansehen, nicht in Betracht. Ein Herr schreibt mir z. B.: „der Laie ist bei seinen Ansichten über die Ursachen der Dinge meist auf einem falschen Wege, es ist aber doch verwunderlich, dass alle naiven Beobachter das Gefühl haben, dass nicht die Luft, sondern die Erde der Schallleiter sei. Der Landsturmmann bei der Bahnbewachung behauptet, dass er durch Auflegen der Hand an die Tunnelwand das Dröhnen der Geschütze vernehme, der Landarbeiter spricht von der hartgefrorenen Erde, der Wasserleitungsaufseher behauptet, mit seinem Hörer für Rohrbruch am Eisenbahngeleise den Geschützdonner zu vernehmen". Die erste Beobachtung ist wohl durch die grosse Wellenlänge des Schalls zu erklären. Dagegen kann der Frost unmöglich die Leitfähigkeit der Erde beeinflussen. Wenn man — so ist die Bemerkung wohl gemeint — im Winter bei hartgefrorener Erde den Schall besser hörte als im Frühjahr (s. auch später) bei lockerer, so wäre eine Erklärung in dem Sinne möglich, dass die lokale Hörbarkeit in unmittelbarer Nähe des Beobachters, der vielleicht in einer Talmulde stand, dadurch beeinflusst werden könnte, ähnlich wie man in einem Zimmer mit unbedecktem Fussboden den Schall

besser hört als bei Verwendung von schalldämpfenden Teppichen, die der gelockerten Erde entsprechen würden. Aber für die eigentliche Fortpflanzung des Schalls kommt das natürlich nicht in Betracht. Dass man mit einem Hörer für Rohrbrüche, also mit einer Art Mikrophon, den Schall besser hört als durch direkte Uebertragung aus der Luft auf das Trommelfell, ist klar. Die Eisenbahnschienen schwingen natürlich in gleicher Weise wie die Luft. Immerhin ist diese Beobachtung wie die erste ganz interessant.

Man hört auch die Ansicht aussprechen, dass tiefer liegende Ortschaften durch Gebirgszüge oder Geländewellen, die sich zwischen ihnen und der Schallrichtung erstreckten, wie durch eine Schutzmauer von dem Schall abgeschlossen würden, während weiter entfernte auf Höhenzügen gelegene Orte den Schall gewissermassen ohne Hindernis erhielten. Dazu ist zu bemerken, dass oft gerade in den Tälern der Schall gehört wurde, auf den umliegenden Höhen nicht, bezw. dass kein Unterschied in der Hörbarkeit auftritt. Auch Flussläufe, lang ausgestreckte Gebirgstäler werden zur Erklärung herangezogen. So meint ein Beobachter, dass der Schall von den Vogesen her sich ungehindert durch den Schlauch des Rheintals bis nach Heidelberg habe fortbewegen können.

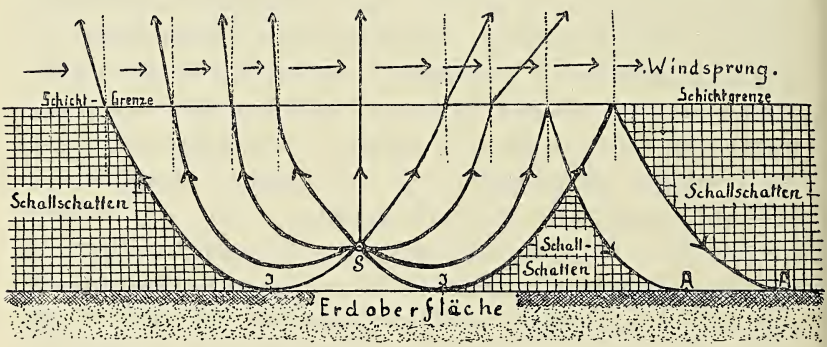
Jedenfalls ist die Luft sicherlich das Medium, das allein hier für die Schallübertragung in Betracht kommt. Aber die Schallstrahlen beschreiben dabei keine geraden Linien, sondern sind gekrümmt oder gebrochen. Es fragt sich nur, ob sie durch den Einfluss von Wind und Temperatur schon bei ihrem Wege durch die untersten Atmosphärenschichten zur Erde zurückgebogen werden (de Quervain, W. Schmidt, Fujiwhara) oder ob sie erst in beträchtlich grösseren Höhen durch Reflexion an einer durch die geänderte chemische Zusammensetzung der Luft hervorgerufenen Schichtgrenze zur Umkehr

nach der Erde gezwungen werden (v. d. Borne, A. Wegener).

Während die Schallgeschwindigkeit vom Luftdruck unabhängig ist, hat die Temperatur einen wesentlichen Einfluss auf sie. Es ist nämlich $v = 331 \sqrt{\frac{T}{273}}$ m p. s., wo T die absolute Temperatur bedeutet, 331 m p. s. die Geschwindigkeit für 0° C. ist. Da die Temperatur der Luft bekanntlich mit der Höhe sinkt, so nimmt auch die Schallgeschwindigkeit entsprechend ab. In einer Höhe von 10 km, wo eine Temperatur von etwa −50° C. herrscht, würde z. B. die Schallgeschwindigkeit nur noch 300 m p. s. betragen. Die Schallstrahlen werden dadurch ähnlich wie die Lichtstrahlen ungefähr parabelförmig gekrümmt, nur nicht wie diese konvex nach oben, sondern konkav. Diese Temperaturabnahme tritt aber nur in den untersten Atmosphärenschichten auf, der sog. Troposphäre, die in unseren Breiten bis zu 11 km Höhe reicht. Oberhalb derselben, in der sog. Stratosphäre, hört die Temperaturabnahme auf und es herrscht konstante Temperatur von beiläufig −55° C.; hier müssen also die Schallstrahlen wieder geradlinig verlaufen. Die Folge dieser Temperaturumkehr oder Inversion ist aber eine deutliche Schichtgrenze, oberhalb deren eine vertikale Durchmischung, welche zur Temperaturabnahme mit der Höhe führt, ausgeschlossen ist. Aber auch unterhalb dieser Schichtgrenze ist die Atmosphäre fast immer von einer Schar von solchen Diskontinuitätsflächen oder Inversionen durchsetzt, die als Wolkenoberflächen oder auch, bei Abwesenheit von Kondensation, nur als sprunghafte Aenderungen im Gang aller meteorologischen Elemente mit der Höhe in Erscheinung treten. Diese müssen nach der obigen Formel bewirken, dass v grösser wird, also die Schallstrahlen im entgegengesetzten Sinne gekrümmt, d. h. herumgebogen und allmählich parallel der Erdoberfläche werden. Schliesslich kann, wenn es sich um eine sprunghaft auftretende Inversion handelt, eine Art

Totalreflexion bei flach auftretenden Strahlen eintreten, die sie zur Erde zurückbiegt. Der Grenzwinkel der totalen Reflexion ist dabei ebenso wie für einen Lichtstrahl nach der Formel $\sin g = \frac{v_{unten}}{v_{oben}}$ zu berechnen. Ganz besonders tritt eine solche Umkehr der Schallstrahlen ein, wenn zu der Inversion, wie es die Regel ist, ein Windsprung hinzukommt und dadurch die Schichtgrenze besonders scharf ausgeprägt wird.

Ist S (s. Figur [1])) die Schallquelle, die etwas oberhalb der Erde angenommen sei, so gehen von ihr nach allen



Einfluss von einer mit Windsprung verbundenen Schichtgrenze auf die Ausbreitung des Schalls (schematisch).

Richtungen Schallstrahlen aus, die dabei nach der oben mitgeteilten Formel konkav nach oben gekrümmt werden. Es entsteht dadurch ein kreisförmiges Gebiet, in dem der Schall direkt wahrgenommen wird. Die Begrenzung dieses Kreises ist durch die Punkte gegeben, in denen die Schallstrahlen von der Erdoberfläche zurückgebogen werden; jenseits ist Schallschatten. Kommen nun die aufwärts gebogenen Strahlen an die mit Windsprung verbundene Schichtgrenze, so wird ihre Geschwindigkeit geändert u. z. vermindert oder ver-

1) nach einer Vorlesungsfigur von A. Wegener.

mehrt, je nachdem sie gegen den Wind oder in gleicher Richtung mit ihm auftreffen, denn es ist $v = v_0 + v_{Wind}$, wo von v_{Wind} natürlich nur die in die betreffende Richtung fallende Komponente in Betracht kommt. Daher werden die Strahlen der ersten Gruppe zum Einfallslot hingebrochen, die anderen aber vom Einfallslot fort; schliesslich werden diese, wenn der Grenzwinkel der totalen Reflexion erreicht ist, reflektiert und gelangen in einiger Entfernung wieder zur Erde zurück und bilden so ein Gebiet einer zweiten Hörbarkeit. Aus der Figur geht deutlich hervor, dass dies äussere Schallgebiet nicht ringförmig verlaufen kann, sondern dass es einseitig ausgebildet sein muss, weil ja nur ein Teil der Strahlen Totalreflexion erfahren kann. Zwischen den beiden Gebieten der Hörbarkeit erstreckt sich der Bereich des Schallschattens, die Zone des Schweigens.

Es scheint also, als ob die Beobachtungen über anormale Hörbarkeit sich auf diese Weise erklären liessen. Und in der Tat sehen viele Meteorologen solche Inversionen in Verbindung mit Windsprüngen als Ursache derselben an. Aber die obigen Ueberlegungen sind nur qualitativer Natur. Verfolgt man das Problem rechnerisch, wie es zuerst v. d. Borne getan hat, so erkennt man, dass diese Erklärung nicht ausreicht. Solche scharfen Schichtgrenzen, wie sie zum Herumbiegen der Schallstrahlen erforderlich sind, pflegen nämlich nur in der Troposphäre aufzutreten. Legt man aber solche Höhen bis zu 11 km der Berechnung zu Grunde, so bekommt man zu geringe Entfernungen der 2. Hörbarkeitszone. Z. B. würden bei einer Schichtgrenze in 2 km Höhe die Schallstrahlen in einer Entfernung von 10—20 km, bei 11 km Höhe immerhin erst in 100 km Entfernung die Erde wieder erreichen, was allerdings der Grössenordnung nach mit den Beobachtungen übereinstimmt. Wenn also Inversionen in Betracht kommen, so kann es sich nur um diese obere handeln, schon aus diesen rechnerischen Gründen, ganz abgesehen davon, dass die Grösse der aus der Troposphäre be-

kannten Windsprünge in den unteren Schichten sehr selten genügen würde, um überhaupt die Erscheinung des völligen Herumbiegens der Schallstrahlen zu erklären. Und damit lässt sich die bemerkenswerte Häufigkeit des Auftretens einer 2. Hörbarkeitszone nicht vereinbaren. Auch würde die Veränderlichkeit aller Schichtgrenzen in der Troposphäre schlecht zu der Regelmässigkeit der Erscheinung und der ziemlich unveränderlichen Grössenordnung des äusseren Schallgebiets stimmen.

Wollte man die Ergebnisse der Rechnung in bessere Uebereinstimmung mit den tatsächlich beobachteten grösseren Entfernungen der äusseren Zone bringen, so müsste man also höhere Schichten der Atmosphäre heranziehen. Aber die unmittelbar über der Troposphäre liegenden Schichten der Stratosphäre enthalten erst recht nicht derartige Windsprünge in der Regelmässigkeit und Grösse, wie sie die Erscheinung verlangt. Die Windverhältnisse ändern sich vielmehr mit der Höhe so gleichmässig, dass nur eine Vergrösserung der Hörbarkeitszone möglich ist, nicht aber eine Zone des Schweigens sich erklären lässt. Daher führt man vielleicht besser das Phänomen in der Hauptsache gar nicht auf Bewegungsunterschiede in der Atmosphäre zurück, sondern auf die verschiedene chemische Zusammensetzung derselben und dadurch hervorgerufene Schichtgrenzen. In Betracht kommt da nur die stets vorhandene ziemlich stark ausgeprägte Schichtgrenze in etwa 70 km Höhe an der Grenze zwischen der Stickstoff- und Wasserstoffsphäre.

An dieser muss unbedingt wegen der grossen Verschiedenheit der Schallgeschwindigkeit, die für Luft 331 m p. s., für H 1280 m p. s. beträgt, eine Schallreflexion eintreten. Und wir würden vor einem Rätsel stehen, wenn nicht eine solche äussere Hörbarkeitszone als Folge dieser Reflexion vorhanden wäre.

Nehmen wir zunächst einmal an, ein Schallstrahl verliefe von der Schallquelle aus vollkommen geradlinig, so

würde, wie sich aus den verschiedenen Geschwindigkeiten für Luft und H ergibt, bei einem Einfallswinkel von 15° Totalreflexion eintreten und der Schall würde in etwa 40 km Entfernung von der Schallquelle die Erde schon wieder erreichen. Nun erleiden ja aber die Schallstrahlen in der Troposphäre wegen der hier herrschenden Temperaturabnahme mit der Höhe bereits eine Krümmung. Berücksichtigt man diese und namentlich die Tatsache, dass an der Schichtgrenze die beiden Gase nicht absolut scharf voneinander getrennt sind, sodass keine eigentliche Reflexion, sondern nur ein allmähliches Herumbiegen erfolgen kann, so ergeben sich Entfernungen von mindestens 116 km für den Innenrand der zweiten Hörbarkeitszone, während sich die Hörbarkeit nach aussen bei etwa 220 km allmählich verlieren soll; das sind Resultate, die mit den früheren Beobachtungen in befriedigender Uebereinstimmung stehen. Bei Witten z. B. war der Innenrand 110 km entfernt, bei der Schweizer Explosion 140 km, bei der Wiener 180 km; die Beobachtungen von der Beschiessung Antwerpens geben 160 km, die von Verdun etwa 140 km. Auch ist, wie die Theorie es verlangt, die Intensität des Schalls am Innenrande der äusseren Zone sichtlich beträchtlich nach den vorliegenden Berichten, wenn von „dumpfem Brüllen", „so schweren Schlägen, als ob man die 42 cm-Geschütze hörte" usw. die Rede ist. Die Unterschiede zwischen Theorie und Beobachtungen beruhen wohl darauf, dass v. d. Bornes Berechnungen für ruhende Luft ausgeführt sind.

Es ist also sehr wahrscheinlich, dass die Ursache der auffallend grossen Reichweite des Geschützdonners in einer Art Echo an der unteren Grenze der Wasserstoffhülle der Erdkugel zu suchen ist. Dafür spricht vor allem m. E. die Regelmässigkeit der Erscheinung, die ich besonders betonen möchte, während W. Schmidt u. a. gerade die Unregelmässigkeit hervorheben. Aber nach den bereits jetzt vorliegenden vielen Berichten, die oft eine Hörbarkeit Monate

hindurch, Tag und Nacht, melden, wird man doch kaum von Ausnahmen reden können. Mit absoluter Sicherheit lässt sich allerdings z. Zt. wohl noch keine Entscheidung treffen, welche der beiden Theorien Recht hat. Denn dazu fehlen einstweilen noch die nötigen Beobachtungen in höheren Luftschichten. Vielleicht kann man aber beide verbinden, indem man das Vorhandensein eines äusseren Schallgebiets als Folge der Reflexion an der Wasserstoffsphäre ansieht, dagegen die einseitige Ausdehnung desselben, wie sie in den genauer untersuchten Fällen vorhanden und auch jetzt wohl zu erwarten ist, durch die Windverhältnisse in der Atmosphäre erklärt.

Ein Beobachter hat die Erscheinung von Anfang an verfolgt; seine Angaben sind derart, dass man beinahe auf eine jährliche Periode der anormalen Hörbarkeit schliessen könnte. Nach ihm setzte dieselbe sofort im August ein, wo der Kanonendonner hoch oben im Walde, wohin sonst keine fremden Geräusche gelangen konnten, leise vernommen wurde; im September konnte man den Geschützdonner schon auf Spaziergängen in der Nähe der Stadt (Oberstein) hören, und mit eintretender Winterkälte steigerte sich die Wirkung so, dass man „im geschlossenen Zimmer stets unangenehm an den Krieg gemahnt wurde“. (Eigentümlicherweise vernahm der Beobachter den Ton im Ofen bezw. aus ihm heraus.) Den Höhepunkt bildete die Schlacht zwischen Maas und Mosel. Mit Eintritt der warmen Witterung, die plötzlich Ende April einsetzte, als die Bäume anfingen, sich zu belauben, hörte ebenso plötzlich der Kanonendonner auf. Noch zwei andere Beobachter schrieben mir, dass mit dem Einsetzen der Belaubung bezw. des warmen Wetters der Kanonendonner nicht mehr vernommen wurde, „den man früher so stark und oft hörte“. Die Belaubung kann natürlich nur von lokaler Bedeutung sein, indem die aus der Höhe kommenden Strahlen von den Blättern reflektiert werden, ähn-

lich wie das bei jedem Echo am Waldrande eintritt. Dagegen können die zwischen der Schallquelle und dem Beobachtungsort liegenden Wälder natürlich keinen Einfluss auf die Fortpflanzung des Schalls haben, da diese ja in ganz anderen Höhen vor sich geht.

Natürlich wird man diese wenigen Beobachtungen nicht ohne weiteres verallgemeinern dürfen, um aus ihnen eine jährliche Periode der anormalen Hörbarkeit zu konstruieren. Dazu wären weitere Feststellungen über die Hörbarkeit während der Sommermonate erforderlich, insbesondere darüber, ob die Hörbarkeit aufgehört hat. Die bis jetzt vorliegenden Meldungen beziehen sich naturgemäss in der Hauptsache auf die Herbst- und Wintermonate. Und ein Vergleich der Berichte nach dem Datum geordnet kann natürlich nur ein ungenaues Bild geben, da die Möglichkeit, Geschützdonner zu hören, ja in erster Linie von den kriegerischen Operationen abhängt. Immerhin ist eine auffällige Häufung der Berichte in den Wintermonaten gegenüber den Herbst- und Frühlingsmonaten unverkennbar. Wenn auch auf dieser ganz unsicheren Schätzung kein Beweis aufgebaut werden soll, so kann sie doch die Vermutung, dass die Intensität der anormalen Hörbarkeit im Winter ein Maximum habe, stützen. Leider sind mir die Daten, an denen die mehrfach erwähnten Explosionen stattfanden, nur zum Teil zur Hand, so dass diese nicht zu einer eventuellen Beweisführung herangezogen werden können.

Sollte tatsächlich eine jährliche Periode der anormalen Hörbarkeit vorhanden sein, so würde vielleicht eine Erklärung derselben darin gefunden werden können, dass mit einsetzender höherer Temperatur die im Winter häufigen Inversionen verschwinden und dem normalen Temperaturgefälle mit der Höhe Platz machen. Dadurch würden die Schallstrahlen so gekrümmt, dass entweder überhaupt keine Totalreflexion mehr eintreten könnte oder doch wenigstens der Bereich der äusseren Zone sehr beschränkt würde. So lässt sich z. B.

nach Meinardus auch die verhältnismässig geringe Reichweite des Donners (20—30 km) auf die bei Gewittern meist herrschende starke Temperaturabnahme mit der Höhe zurückführen. Ebenso verhält es sich mit der täglichen Periode der Hörbarkeit, die sich mit den Temperaturverhältnissen ändert. In der Nacht und in den frühen Morgenstunden ist die Hörbarkeit besonders gut, nicht etwa, weil es um die Zeit stiller wäre — Humboldt konnte das Brausen des Orinoko auf weite Entfernung nur bei Nacht hören, wiewohl in den Tropen nachts eine grössere Unruhe herrscht als am Tage —, sondern weil die Inversionen gegen Morgen ihr Maximum erreichen.

Andererseits kann man den Einfluss der Temperatur auf die Ausbreitung des Schalls auf diese grosse Entfernungen kaum als so gross ansehen, dass Schwankungen in dem Temperaturzustand der Atmosphäre allein eine solche Periode hervorbringen könnten; denn trotz aller Inversionen überwiegt doch schliesslich das Temperaturgefälle mit der Höhe. Nur bei Bodeninversionen könnte die Temperatur einen grösseren Einfluss haben; Bodeninversionen sind allerdings im Winter häufiger als in den übrigen Jahreszeiten, aber immerhin ist ihre absolute Zahl doch zu gering. Offenbar kommt bei dieser Erscheinung eine ganze Reihe von Momenten in Betracht, insbesondere die Verlagerung der Stratosphäre, die eine jährliche Periode aufweist, der Verlauf der Temperatur an ihrer Grenze, die Windverhältnisse u. a. Die Erklärung ist also sicher nicht einfach; aber es wäre wertvoll gerade auch zur Lösung dieser speziellen Frage, noch Material besonders aus den Sommermonaten zu sammeln.

An der belgischen und holländischen Küste hört man häufig den sog. Seedonner, auch Mistpoefer genannt. Man hat früher atmosphärische, vulkanische und ozeanographische Ursachen als Erklärung herangezogen. Wahrscheinlich ist auch diese Erscheinung hervorgerufen, wie auch W. Krebs annimmt, durch das Echo des Geschütz-

donners aus englischen Kriegshäfen an den hohen Atmosphärenschichten. Diese Annahme würde auch zu der Erklärung passen, die nach einer Notiz in der Zeitschrift „Ciel et terre“ 1910, S. 426, die flämischen Strandbewohner selber geben, indem sie sagen: Man schiesst in England.

Uebrigens hat die Lösung des Problems der Fernwirkung von Schallquellen nicht nur theoretisches Interesse, sondern kann auch unter Umständen im Kriege von Wichtigkeit sein. Beispiele für die Bedeutung z. B. des Kanonendonners als Richtung gebendes Signal finden sich in allen grösseren Werken der Kriegsgeschichte älterer und neuerer Zeit, unter anderen in Moltkes Geschichte des Krieges von 1870/71. Dörr[1]) hat eine Reihe solcher Beispiele zusammengestellt. Danach haben z. B. wiederholt 1866 wie 1870 Armeeführer die Weisung erhalten, gegebenenfalls auf den K. D. loszumarschieren und in die Schlacht einzugreifen. Sie blieben aus und niemand glaubte ihnen, dass sie kein Geschützfeuer gehört haben wollten. Sie waren eben in die Zone des Schweigens geraten.

In der Diskussion, die sich an den Vortrag von Herrn W. Brand anknüpfte, machte Herr A. Nippoldt (Potsdam) folgende Bemerkung:

Der Vortragende bemerkte, dass von einigen Beobachtern festgestellt sei, dass die Hörbarkeit des Geschützdonners von der Jahreszeit abhängig erscheine und dass dies auf einen hemmenden — vermutlich mechanisch hemmenden — Einfluss der Belaubung gesetzt werde. Wer, wie ich, öfters in der Lage ist, in freiem Felde die Schläge eines Chronometers zählen zu müssen, wird in der Tat die Beobachtung gemacht haben, dass die Hörbarkeit eines so gleichmässigen Schlags grossen Schwankungen unterworfen ist; selbst weit ab von jeder menschlichen Siedelung, wo das nicht messende Ohr absolute Stille feststellt, ist das Chronometer nicht mehr so

1) Dörr: Ueber die Hörbarkeit von Kanonendonner, Explosionen und dergl. Met. Ztschr. 1915. Heft 5.

weit zu vernehmen, als z. B. in dem tatsächlich stillen Raum eines unterirdischen Observatoriums. In der freien Natur ist eben stets ein Allgemeingeräusch vorhanden. Eine der Ursachen ist die Reibung der vom Wind getriebenen Luft an der Vegetation. Infolgedessen hängt die Hörbarkeit sehr von Art und Dichte der Bepflanzung der nächsten Umgebung ab. So habe ich vor wenigen Tagen, mitten in einem ausgedehnten Haferfelde messend, das Werk erst in etwa 40 cm Entfernung vom Ohr sicher Schlag für Schlag hören können, während ich gestern auf einer Anhöhe beim Sellhof, die mit Heidelbeeren und Ginster bewachsen ist, die Uhr in 3 m Abstand schlagen hörte. Der Wind war in beiden Fällen annähernd von gleicher Stärke, sodass die Wirkung auf Rechnung des stärkeren Rauschens der Haferähren zu setzen ist.

So wäre es durchaus möglich, dass die Hörbarkeit des Geschützdonners in der Tat durch die sommerliche Belaubung herabgesetzt wird, nur möchte ich den grösseren Teil auf die Vermehrung des Allgemeingeräusches anrechnen und nur einen kleinen auf den Verlust an Energie der Schallwellen beim Durchdringen der Vegetation.

Zusatz: Gleichzeitig mit dem vorstehenden Vortrag erschien in der „Umschau“ Nr. 27 ein Aufsatz von de Quervain (Zürich), in dem er die Ausbreitung des Kanonendonners aus dem Sundgau untersucht. Die Ausdehnung der anormalen Hörbarkeitszone reichte danach am 1. Weihnachtstage bis 160—210 km. Auch Qu. findet, dass in diesem Fall die Zone des Schweigens weniger klar ausgebildet ist; sie ist aber vorhanden und schiebt sich wie ein Keil, ungefähr dem Jura folgend, von SW nach NO. Dagegen lässt sich die Asymmetrie sehr deutlich erkennen, besonders aus dem negativen Bericht des Observatoriums von Besançon. Quervain ist jetzt gleich mir der Meinung, dass die beiden Hypothesen der Schallverbreitung einander nicht auszuschliessen brauchen, begründet es aber nicht weiter.

Professor Arthur Meyer sprach über das Thema:

Die in den Zellen vorkommenden Eiweisskörper sind stets ergastische Stoffe.

Er beweist, dass die alte, zur Gewohnheit gewordene Anschauung, die aus den Zellen dargestellten Eiweisskörper seien Bausteine der lebendigen Substanz, völlig unbewiesen ist und sucht wahrscheinlich zu machen, dass alle in der Zelle vorkommenden Eiweisskörper ergastische Stoffe, Reservestoffe für die lebende Substanz sind, in welcher sie als solche meist in einiger Menge gelöst sein dürften.

Er hebt zuerst hervor, dass die physiologisch-chemischen Arbeiten keinen Beweis für die Beteiligung der Eisweisskörper am Aufbaue der lebenden Substanz erbringen, dass ferner die von den Chemikern aus den Organismen hergestellten Eiweissstoffe nachweislich in der allergrössten Mehrzahl (wahrscheinlich alle) von ergastischen Gebilden der Zelle, nicht aus dem Protoplasten stammen. Er zeigt, wie die Tatsache, dass die Gleichheit, Aehnlichkeit und Verschiedenheit der in den Spezies enthaltenen Eiweisskörper bei serologischen Untersuchungen den Grad der morphologischen Verwandtschaft der Spezies bis zu einem gewissen Grade widerspiegelt, über die Beteiligung der Eiweisskörper am Aufbaue der lebenden Substanz nichts aussagt.

Dem Verhältnis gegenüber, dass nicht der geringste Beweis für die Auffassung der Eiweisskörper als Bestandteile der lebenden Substanz spricht, ist es sicher, dass die Eiweisskörper in der Zelle als ergastische Gebilde und Reservestoffe vorkommen. Einige Tatsachen beweisen dabei, dass die Speicherung der Eiweisskörper eine besonders vorteilhafte Art der Speicherung von Atomkomplexen ist, welche die Zelle zu ihrer Ernährung braucht.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 4 November 1915

In der Sitzung vom 10. November 1915 hielt Herr F. A. Schulze den Vortrag:

Die Uebereinstimmung der als „Reflexionstöne“ oder als „Pfaundler'sche Töne“ bezeichneten Klangerscheinungen mit der Helmholtz'schen Resonanztheorie des Hörens.

Gegen die von G. S. Ohm aufgestellte, von Helmholtz in seiner Resonanztheorie des Hörens anatomisch und physikalisch begründete Grundhypothese, dass einem reinen einfachen Ton nur eine sinusförmige Bewegung bezw. Druckänderung der Luft entspreche, sind im Laufe der Zeit vielfache Einwände erhoben worden, die meist der Resonanztheorie die Periodiktheorie des Hörens entgegenstellten, wonach jede beliebige periodische auch nicht sinusförmige Bewegung der Luft einen entsprechenden Ton hervorrufe. Bereits Ohm hatte deswegen einen lebhaften Streit mit Seebeck. Später haben insbesondere R. König und in neuerer Zeit L. Hermann die Periodiktheorie des Hörens verteidigt und durch Versuche zu stützen gesucht. Die Schwierigkeit, die der Resonanztheorie des Hörens in der Erscheinung der Kombinationstöne erwuchs, ist bereits von Helmholtz selbst durch Einführung quadratischer Glieder in dem Ansatz für die elastischen Kräfte im wesentlichen beseitigt worden.

Ausser anderen Klangerscheinungen sind später hauptsächlich die sogenannten Unterbrechungstöne und die Phasenwechseltöne als Beweis für die Periodiktheorie des Hörens angeführt worden, indem man durch Versuche gefunden zu haben glaubte, dass regelmässige Unterbrechungen bezw. Intensitätsschwankungen oder Phasenwechsel eines gegebenen Tones einen in der Höhe ihrer Periode entsprechenden Ton im Ohr hervorrufen sollten. Ich[1]) konnte jedoch teils an der Hand der vorliegenden sowie durch eigene Versuche zeigen, dass die bei diesen Vorgängen im Ohr auftretenden zum Teil recht komplizierten Klangerscheinungen nicht nur mit der Periodiktheorie nicht im Einklang stehen, sondern bis in alle Einzelheiten hinein vollkommen die Resonanztheorie des Hörens bestätigen.

Neuerdings hat nun L. Hermann[2]) die von A. Baumgarten[3]) entdeckten und von Pfaundler[4]) künstlich hergestellten Reflexionstöne, von ihm als „Pfaundler'sche Töne" bezeichneten Töne als besonders beweisend für die Periodiktheorie hingestellt. Es sind dies diejenigen Töne, die gehört werden, wenn ein Impuls eines Geräusches, etwa des Rauschens eines Flusses zweimal kurz nach einander einmal direkt, einmal nach Reflexion von einer Mauer, das Ohr eines Beobachters trifft. Das Ohr soll dann einen der Zeitdauer zwischen beiden Impulsen entsprechenden Ton wahrnehmen. H. Starke[5]) hat diese Erscheinung im Gegensatz zu dieser Auffassung im Sinne der Resonanztheorie des Hörens gedeutet, indem er darauf hinweist, dass in dem Ge-

---

1) F. A. Schulze, Ann. d. Physik, 26, S. 217, 1908, und 45, S. 283, 1914.

2) L. Hermann, Archiv f. d. ges. Physiologie, 146, S. 249, 1912.

3) A. Baumgarten, Ber. d. naturw.-med. Vereins in Innsbruck. Jahrg. 7, Heft 1, S. 116, 1876.

4) Pfaundler, Sitz.-Ber. d. Wiener Akad., math.-naturw. Kl. 2. Abt., Bd. 76, S. 561, 1877.

5) H. Starke, Verh. d. Deutsch. Physik. Ges. 1908, S. 295.

räusch bereits ein Gemisch sehr vieler Partialtöne enthalten ist, von denen jedesmal derjenige besonders stark und deutlich gehört wird, dessen durch Reflexion gebildete stehende Welle am Ohr des Beobachters einen Knotenpunkt hat[1])

Die Baumgarten'schen Reflexionstöne sind von Pfaundler mit der Lochsirene in der Weise künstlich nachgeahmt, dass er auf derselben Lochreihe zwei Blaseröhren anbrachte, von denen die eine festgestellt werden konnte, die andere längs der Lochreihe beweglich war. Auf diese Weise entstanden zwei Schallimpulse beim Vorbeigehen eines Loches vor den zwei Blaseöffnungen. Das Zeitintervall zwischen den beiden Impulsen nimmt zu oder ab, je nachdem man die Blaseöffnungen voneinander entfernt oder einander nähert. Entsprechend müsste nach der Periodiktheorie bei stetiger Vergrösserung oder Verkleinerung des Abstandes der Blaseöffnungen ein s t e t i g in der Tonhöhe sinkender oder steigender Ton im Ohr gehört werden.

Pfaundler sowohl wie L. Hermann, der diesen Versuch nachgemacht hat, behaupten in der Tat, diese stetig in der Höhe sich ändernden Töne bei Bewegung der beweglichen Anblaseöffnung wahrgenommen zu haben. L. Hermann benutzte hierbei, um den Ton deutlicher und für die Periodiktheorie beweisender zu gestalten, nicht wie Pfaundler eine Scheibe mit regelmässig angeordneten Löchern, sondern brachte die Löcher unregelmässig auf der Scheibe an. Er schreibt (l. c. S. 293): „Wer sich einmal von der Existenz der Pfaundler'schen Töne überzeugt hat und somit zugeben muss, dass es eine Tonempfindung gibt, welche nicht auf Resonatorerregung beruhen kann, wird auch in der Annahme subjektiver Amplitudentöne (Differenz-, Unterbrechungs- und Phasenwechseltöne) nichts Bedenkliches mehr finden, und

1) Wie ich gefunden habe, ist diese Erklärung der sog. Reflexionstöne bereits von A. Seebeck, Pogg. Ann. 59, S. 177, 1843, gegeben als Deutung der entsprechenden von N. Savart, Pogg. Ann. 46, 458, 1841, gemachten Beobachtung.

hierin liegt meiner Ansicht nach die grosse theoretische Bedeutung der hier erörterten Erscheinungen."

In der Tat wäre die Existenz der Pfaundler'schen Töne durch die Resonanztheorie des Hörens nicht erklärbar.

In diesen Berichten habe ich [1]) vor kurzem bereits gezeigt, dass nach der Resonanztheorie des Hörens nur eine unstetige Folge von Tönen auftreten kann, da der ganze Vorgang auch bei zwei Anblaseöffnungen streng periodisch ist, sodass nur der dieser Periode entsprechende Grundton und seine harmonischen Obertöne gehört werden können.

Jedoch wird, wie von vornherein plausibel ist, und aus der Theorie der Fourier'schen Reihen leicht zu beweisen ist, unter den Partialtönen gegenüber dem Falle des Anblasens mit einem Rohr beim Anblasen mit zwei Röhren immer gerade derjenige besonders stark sein, dessen Ordnungszahl dem Verhältnis der ganzen Periode zu dem Abstand der Anblaserohre am nächsten kommt, also gerade ein Ton von ungefähr derjenigen Tonhöhe, die nach der Periodiktheorie zu erwarten wäre. Sind also die beiden Anblaserohre zunächst weit auseinander und nähert man das bewegliche dem feststehenden, so werden successive immer höhere und höhere Partialtöne besonders stark erscheinen; und da die benachbarten Partialtöne höherer Ordnung einander im Intervall immer näher kommen (z. B. unterscheiden sich der 16. und 17. Partialton nur um etwa einen halben Ton), so wird bei stetiger Bewegung des beweglichen Anblaserohres in der Tat im Ohr der Eindruck einer stetigen Aenderung der Tonhöhe erweckt werden, wie man sie nach der Periodiktheorie erwarten müsste. Die scheinbare Uebereinstimmung mit dieser wird auch dadurch noch besonders verstärkt, dass die Höhe des verstärkten Partialtones stets nahezu, gelegentlich auch genau mit den nach der Periodiktheorie bei dem betreffenden Abstand der beiden Rohre zu erwartenden Ton überein-

1) F. A. Schulze, Marburger Sitz.-Ber. 1913, S. 4.

stimmt. Auf diese Weise kann also leicht ein der Periodiktheorie des Hörens entsprechendes Versuchsergebnis vorgetäuscht werden.

Die in Aussicht gestellten Versuche hierüber habe ich nun an einem möglichst genau gebauten Apparat angestellt. Insbesondere kam ein mit dem beweglichen Arm fest verbundenen Teilkreis zur Anwendung, um den Abstand der Anblaserohre voneinander genau feststellen zu können. Herrn Dr. Strieder, der mir beim Bau des Apparates mit Rat und Tat behilflich war, möchte ich auch an dieser Stelle hierfür herzlich danken.

Auf der Lochscheibe befanden sich 32 Löcher; je acht Löcher bildeten eine Periode. Es waren mehr als eine Periode auf der Scheibe angebracht, um die Tonerscheinungen auch dann beobachten zu können, wenn die beiden Anblaserohre an derselben Stelle der Periode aneinander vorbeigehen, was technisch nicht gut auszuführen ist, wenn die ganze Scheibe eine volle Periode ist.

Mit diesem Apparat wurde nun der Abstand der Anblaserohre voneinander in Intervallen von halben zu halben Graden verändert, und jedesmal genau alle gehörten Töne notiert. Innerhalb einer solchen Versuchsreihe blieb die mit einem Tourenzähler gemessene Drehgeschwindigkeit der durch einen Elektromotor in Drehung versetzten Lochscheibe konstant, was auch von Zeit zu Zeit durch den Ton einer auf derselben Axe angebrachten Lochscheibe von 32 Löchern kontrolliert wurde. Das Anblasen geschah mit komprimierter Luft.

Das Ergebnis der zahlreichen, bei sehr verschiedenen Drehgeschwindigkeiten und Anblasestärken ausgeführten Versuche war nun, dass stets nur der der betreffenden Drehgeschwindigkeit entsprechende Grundton sowie seine harmonischen Obertöne gehört wurden, niemals jedoch derjenige Ton, der dem Abstand der beiden Anblaserohre voneinander entsprechend nach der Periodiktheorie hätte gehört werden müssen, wenn er nicht zufällig mit einem der Partialtöne über-

einstimmte. Entsprechend der Resonanztheorie des Hörens ergab sich auch, dass stets die Intensität desjenigen Partialtones besonders gross war, dessen Ordnungszahl dem Werte des Verhältnisses der ganzen Periode zum Abstand der beiden Anblaserohre voneinander am nächsten lag, wodurch eben, wie vorher auseinandergesetzt, bei Bewegung des einen Anblaserohres der Eindruck einer stetigen Tonänderung hervorgerufen wird, namentlich wenn der Abstand der Anblaserohre voneinander nicht gross ist. Die Feststellung der Tonhöhe geschah mit Hilfe einer Normalstimmgabel nach dem Gehör, genauer durch kontinuierlich verschiebbare geeichte Zylinderresonatoren von K. L. Schaefer. Trotz gespanntester Aufmerksamkeit konnte ich von den nach der Periodiktheorie zu erwartenden Tönen keine Spur wahrnehmen, wenn nicht zufällig einer der Partialtöne mit ihm zusammenfiel. Da man bei solchen Versuchen, bei denen es sich um subjektive Befunde handelt, leicht einer Täuschung oder auch Selbstsuggestion ausgesetzt ist, ist es mir besonders wertvoll, dass auch Herr Prof. Richarz, Herr Prof. R. H. Weber und Herr Dr. Strieder, die auf meine Bitte die Freundlichkeit hatten, die Klangerscheinungen anzuhören, mir das unstetige Verhalten der gehörten Töne bestätigten.

Es zeigt sich also, dass es eigentliche subjektive Refexionstöne oder Pfaundler'sche Töne, deren Vorhandensein die Periodiktheorie fordert, nicht existieren, dass vielmehr alle bei diesen Anordnungen gehörten Klangerscheinungen vollkommen der Resonanztheorie entsprechen und sie von neuem bestätigen.

Bemerkt sei noch besonders, dass alle Töne ohne Resonatoren gehört wurden, sich aber durch Resonatoren verstärken liessen, also objektiv im Klang vorhanden waren.

Seebeck'sche Töne.

In engem Zusammenhang mit diesen Reflexionstönen oder Pfaundler'schen Tönen stehen gewisse Töne, deren Existenz

von Seebeck behauptet worden ist, und die ebenfalls für die Periodiktheorie beweisend sein würden, während sie von der Resonanztheorie nicht erklärt werden könnten.

Nach Seebeck [1]) soll man nämlich bei einer Lochsirene, bei welcher je vier aufeinanderfolgende Löcher eine Periode bilden, in der Weise, dass die Abstände des zweiten Loches vom ersten und dritten Loch gleich gross sind, während der Abstand des dritten vom vierten Loch, dem ersten der nächsten Periode, einen anderen Wert hat, stets einen Ton hören, der den beiden gleichen Abständen entspricht, gleichgültig, ob dieser grösser oder kleiner ist, als der Abstand des dritten vom vierten Loch. Innerhalb einer Periode sind also die Zeiten der Impulsfolgen bei diesem Versuch gegeben durch das Schema t, t, t', wo $t' \lessgtr t$ ist; die ganze Periode ist $2t + t'$. Auch hier sollen also wie bei den Pfaundler'schen Tönen gleiche Impulsfolgen im Ohr einen Ton ergeben. Nach der Resonanztheorie des Hörens wäre nur der der ganzen Periode $2t + t'$ entsprechende Grundton sowie seine harmonischen Obertöne zu hören. Nur wenn zufällig die Periode $2t + t'$ ein ganzzahliges Vielfaches von t ist, würde der Ton t als Partialton des Klanges gehört werden.

G. S. Ohm [2]) bemerkt zu diesen Versuchen Seebecks, die seiner Theorie widersprechen, folgendes: Es kann sich hier der Ton t in der Tat nicht „bilden in regelrechter Weise, wenn er nun aber doch gehört wird, so würde sich dadurch sein Heraustreten aus der Regel laut genug ankündigen. Ein solches Heraustreten aus der Regel fände aber statt, wenn jede Gruppe der gleich weit auseinander liegenden Eindrücke für sich einen Ton zu liefern im Stande wäre, sodass das Ohr diese einzelnen, nicht unter sich zu einem Ton streng verbundenen Töne von einerlei Höhe in sich aufnähme, etwa so wie wenn ein und derselbe Ton von zwei Instrumenten zugleich in unser Ohr gelangt, so zwar, dass immer das eine

1) A. Seebeck, Pogg. Ann., 53, S. 417, 1841.
2) G. S. Ohm, Pogg. Ann., 59, 497, 1845.

ihn gibt unmittelbar vor oder nach dem Aufhören des anderen."

Diese Versuche Seebecks habe ich an vier Lochscheiben I, II, III, IV wiederholt; auf jeder befanden sich acht Perioden und zwar war bei zwei Scheiben $t > t'$, bei den beiden anderen $t < t'$. Die Periode betrug bei allen Scheiben 60 mm. Ferner war bei Scheibe I: $t = 25$ mm, $t' = 10$ mm,

„ II: „ 22 „ „ 16,6 „

„ III: „ 13,2 „ „ 33,6 „

„ IV: „ 11,2 „ „ 37,6 „

Es ergab sich nun, dass entsprechend der Resonanztheorie des Hörens bei allen vier Scheiben bei jeder beliebigen Drehgeschwindigkeit stets nur der der Periode entsprechende Grundton und seine harmonischen Obertöne gehört wurden. Und zwar wurden diese Töne mit blossem Ohr gehört, liessen sich jedoch durch Resonatoren verstärken, waren also objektiv im Klang enthalten. Besonders stark wurde derjenige Partialton gehört, für den sich das Ohr gerade im Knotenpunkt der durch Reflexion an der Zimmerwand sich ausbildenden stehenden Welle befand.

Dagegen wurde niemals der Ton t gehört, der hier zu dem Grundton hötte unharmonisch sein müssen. Bei Scheibe I hätte der Ton t zu dem Grundton $2t + t'$ das Intervall $60 : 25 = 2{,}4$ haben müssen, was etwa dem Intervall $dis_2 : c_1$ entspricht. Entsprechend wären diese Intervalle bei den Scheiben II, III, IV gewesen: $60 : 22{,}2 = 2{,}70 : 1 \cong f_2 : c_1$

bezw. $60 : 13{,}2 = 4{,}54 : 1 \cong d_3 : c_1$

bezw. $60 : 11{,}2 = 5{,}30 : 1 \cong f_3 : c_1$.

Von diesen unharmonisch zum Grundton gelegenen Tönen wurde wieder trotz grösster darauf gerichteter Aufmerksamkeit keine Spur vernommen, weder mit blossem Ohr noch mit Resonatoren. Derartige subjektive Tonerscheinungen existieren also nicht.

Weitere Einzelheiten sollen an anderer Stelle berichtet werden.

Hierauf hielt Herr F. A. Schulze den Vortrag:

Ueber den Nachweis von Schwingungen oberhalb der Hörgrenze an dem Monochord zur Bestimmung der oberen Hörgrenze.

Vor längerer Zeit habe ich [1]) einen einfachen, handlichen dabei genauen Apparat zur Bestimmung der oberen Hörgrenze angegeben, der auch in das diagnostische Instrumentarium der Ohrenärzte Eingang gefunden hat. Er besteht aus einer ca. 40 cm langen gespannten Saite aus Klaviersaitenstahldraht, die an beiden Enden mit Klemmschrauben befestigt ist, welche auf einem Grundbrett stehen. Zwischen diesen Endklemmen befindet sich noch eine dritte Klemmschraube, die auf dem Grundbrett verschiebbar ist, und mit der die Saite an beliebiger Stelle zwischen den beiden Endklemmen festgeklemmt werden kann, sodass auf der Saite beliebige Längen abgrenzbar sind. Dieses abgegrenzte Stück wird mit einem mit gepulvertem Kolophonium bestrichenen Läppchen oder, zur Vermeidung des Reibegeräusches, besser

1) F. A. Schulze, diese Sitz.-Ber. 1907, p. 175; Ann. d. Phys. 24, 785, 1907; Zeitschrift f. Ohrenheilk. 56, p. 167, 1908; Beiträge zur Physiol., Anatomie und Therapie des Ohres, der Nase und des Kehlkopfes 1, p. 134, 1908.

mit einem mit Aether getränkten Wattebausch, zu seiner Longitudinalschwingung angeregt. Ihre Schwingungszahl ist, wenn l die Länge der Saite in m, u die Schallgeschwindigkeit in dem Material in $\frac{m}{sec}$ ist, gegeben durch $n = \frac{u}{2l}$ Doppelschwingungen in der Sekunde. Für Stahl ist u etwa 5000 $\frac{m}{sec}$, sodass man, im Gegensatz zu der Transversalschwingung, auch für nicht so sehr kurze Längen schon ausserordentlich hohe Töne erhält; z. B. für $l = 0{,}125$ m einen Ton von etwa 20000 Doppelschwingungen, der für viele Menschen schon weit über der Hörgrenze liegt. Man eicht den Apparat bei einer grösseren Saitenlänge an einem tieferen leicht kontrollierbaren Ton; die Schwingungszahl ist umgekehrt proportional der Länge. Zur Bestimmung der oberen Hörgrenze verkürzt man einfach mit der verschiebbaren Klemme das abgegrenzte Saitenstück solange, bis man eben den Ton nicht mehr hört. Auf diese Weise wurde die obere Hörgrenze zu etwa 18000 Doppelschwingungen ermittelt. Sie nimmt mit steigendem Lebensalter merklich ab.

Gegen diesen Apparat konnte nun der Einwand erhoben werden, dass möglicherweise an jener Grenzlänge, von der an ein Ton nicht mehr gehört wird, die Longitudinalschwingung überhaupt nicht mehr entsteht, womit natürlich die Bestimmung der oberen Hörgrenze ganz illusorisch sein würde.

Indirekte Beweise für das Vorhandensein intensiver Schwingungen auch bei Längen, die über der Hörgrenze liegenden Schwingungen entsprechen, lassen sich nun mehrfach angeben. Einmal findet man mit einem bestimmten Draht die Hörgrenze bei derselben Schwingungszahl, wie sie sich auch mit anderen Apparaten, etwa der Galtonpfeife, ergibt. Ferner findet sie sich auch bei Saiten aus verschiedenem Material stets bei derselben Schwingungszahl,

trotzdem diese ganz verschiedenen Saitenlängen entspricht, z. B. bei Stahl etwa einer Saitenlänge von etwa 16 cm, bei Messing von .etwa 10 cm Länge. Einem Zufall ist dies natürlich nicht zuzuschreiben.

Immerhin sind jedoch direkte Beweise sehr wünschenswert.

Ein solcher ist zunächst in der Einwirkung anf die sensible Flamme gegeben. Jedoch ist diese nicht ohne weiteres beweisend, da die sensible Flamme auch auf das Reibegeräusch reagiert, und es bedarf erst eingehender Untersuchung, um die Sicherheit zu gewinnen, dass sie tatsächlich die auch oberhalb der Hörgrenze auftretenden Schwingungen anzeigt.

Ein wesentlich sichereres und dabei einfacheres Mittel zum Nachweis des Vorhandenseins der Longitudinalschwingungen auch oberhalb der oberen Hörgrenze ist in dem gleichzeitigen Auftreten der Transversalschwingung von gleicher oder nahezu gleicher Schwingungszahl neben der Longitudinalschwingung gegeben.

Bereits F. Savart[1]) hat an Stäben grösserer Länge durch aufgestreuten Sand, der sich an den Knotenlinien sammelt, dieses bei Erzeugung der Longitudinalschwingung stets mitfolgende Auftreten der entsprechenden Transversalschwingung gezeigt. Es werden dabei jedoch in eigentümlicher Weise nur die Hälfte aller Knotenlinien, etwa alle geraden, aufgezeichnet. Die Erklärung dieser Erscheinung ist von A. Seebeck[2]) gegeben; sie gründet sich auf einfache Ueberlegungen über die Bewegung, welche die Sandteilchen beim gleichzeitigen Bestehen der Longitudinal- und der Transversalschwingung ausführen.

Nimmt man zur Bestimmung der oberen Hörgrenze also anstatt der Saite ein gespanntes Metallband, am besten ein

1) F. Savart, Annales de chimie et de physique 65, 337, 1837; Doves Repert., Bd. 6, p. 60.

2) A. Seebeck, Doves Repert., 8, 53, 1849.

dünnes Stahlband, für welches ja im übrigen in Bezug auf die Longitudinalschwingung dieselben Gesetze wie bei Saiten gelten, so kann man durch aufgestreuten Sand, der sich an abwechselnden Knotenlinien der Transversalschwingung sammelt, in einfachster Weise das Vorhandensein der Longitudinalschwingung, und zwar in grosser Intensität, auch noch bei Längen des Bandes nachweisen, deren Longitudinaltöne weit über der oberen Hörgrenze liegen. Es gelang so mit Leichtigkeit das Bestehen der Longitudinalschwingung noch bei einer Länge von ca. 6 cm nachzuweisen, was einer Schwingungszahl von etwa 42 500 Doppelschwingungen entspricht. Der Sand sammelt sich dabei in überraschender Schärfe an den Knotenlinien an. Kommt es also auf den Nachweis des Vorhandenseins der Longitudinalschwingungen an, so empfiehlt es sich, an dem Monochord zur Bestimmung der oberen Hörgrenze ein Stahlband an Stelle der Stahlsaite zu nehmen.

Nach demselben Prinzip lässt sich jedoch auch bei einer Saite die Existenz der Longitudinalschwingung nachweisen, indem man den Sand durch kleine Papierreiterchen ersetzt. Diese rutschen auf der Saite bei Erregung der Longitudinalschwingung hin und her und bleiben schliesslich an den Stellen abwechselnder Knoten wie der Sand in Ruhe. Sind sie zufällig am Orte eines solchen aufgesetzt, so bleiben sie natürlich bei Längsreiben der Saite fast ganz in Ruhe und bewegen sich erst wieder nach dieser Stelle hin, wenn man sie etwas von ihr entfernt aufsetzt.

Man kann auf diese Weise den Ort aller abwechselnden Knoten aufsuchen. Auch bei der Saite konnte ich so das Vorhandensein der Longitudinalschwingung bis herunter zu ca. 6 cm Länge ($\cong$ 42 500 Doppelschwingungen) nachweisen.

Namentlich bei sehr kurzen Längen von Band oder Saite stört es hierbei, dass man ja etwas Platz auf ihnen zum Anreiben braucht, also dort die Knoten nicht beobachten kann. Man kann sich hierbei jedoch so helfen, dass man durch einen zweiten verschiebbaren Steg auf der Saite oder dem

Band neben dem Versuchsstück ein Stück von gleicher Länge abgrenzt. Erregt man das eine Stück zur Longitudinalschwingung, so kommt durch Resonanz auch das andere Stück in Mitschwingung, sodass man dann die Schwingung durch Sand oder Reiterchen auf diesem ungestört auf der ganzen Länge feststellen kann.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass man so nicht nur qualitativ das Bestehen der Schwingungen nachweisen, sondern auch quantitativ die Schwingungszahl messen bezw. prüfen kann, indem man die Formeln über die Schwingungszahl der Transversalschwingungen von gespannten Saiten oder Bändern benutzt, unter Berücksichtigung der Ordnungszahl des Partialtones der Transversalschwingung und des Abstandes der Knoten voneinander. Da es sich hier, namentlich bei den hohen Schwingungszahlen, um relativ kleine Knotenabstände handelt, so kommt hier der Einfluss der Eigenelastizität, der Steifigkeit, mit in Betracht.

Hierüber soll an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Sodann sprach Herr A. Thiel (aus dem Felde beurlaubt) über

Das Wesen des neuen Brennstoffelements von K. A. Hofmann und K. Ritter.

Es wurde dargetan, dass diese Art von galvanischen Elementen insofern etwas grundsätzlich Neues darstellt, als die stromliefernde Reaktion nur einseitig rein elektrochemisch, auf der anderen Seite rein chemisch ist. Wir haben hier den neuen Typus der „halbelektrochemischen galvanischen Ketten" vor uns. Die Wirkungsweise der genannten Kette, der Hypochlorit-Kohle-Kette, lässt sich, wenn man den Anschluss an die bisher bekannten Elementtypen herstellen will, so auffassen, dass wir es hier mit einer auf der Kohleseite stark depolarisierten Sauerstoff-Konzentrationskette zu tun haben.

Was die praktisch-technische Seite angeht, so besteht kein Zweifel an dem ursächlichen Zusammenhange zwischen der elektromotorischen Kraft des neuen Brennstoffelements und der freien Energie der Oxydation des Brennstoffs durch den Hypochlorit-Sauerstoff. Andererseits ist eine Lösung des alten Problems der galvanischen Ausnutzung der Kohleverbrennung durch Luftsauerstoff auf dieser Grundlage noch nicht zu erwarten, und zwar wird noch viel mehr als die Reaktionsträgheit der gewöhnlichen Brennstoffe hinderlich sein die relative elektrochemische Trägheit des molekularen (Luft-)Sauerstoffs.

Zum Schluss machte Herr F. Richarz eine kurze Bemerkung zur Verteidigung von Herrn W. Schlett's Doktorarbeit **über die spezifische Wärme einiger Metalle in verschiedenen Bearbeitungszuständen.**

Wie ich gelegentlich in dieser Gesellschaft bereits erwähnte[1]), hat Herr Wilh. Schlett in seiner Inauguraldissertation eine interessante Gesetzmässigkeit für die Abhängigkeit der spezifischen Wärme ein und desselben Metalls in verschiedenen Bearbeitungszuständen nachgewiesen. Diese Untersuchung hatte ich Herrn W. Schlett vorgeschlagen in Anknüpfung an eine von mir aufgestellte und von Herrn A. Wigand bestätigte Regel, dass bei allotropen Modifikationen eines Elementes die Modifikation mit dem höheren spezifischen Gewichte die kleinere spezifische Wärme habe. Die Erklärung für diese Regel fand ich darin, dass die Bildung komplexer Molekeln gleichzeitig die Dichtigkeit erhöht und die spezifische Wärme vermindert, letzteres wegen der Verminderung der molekularen Freiheit für die Wärmebewegung. Durch verschiedene Bearbeitung: Giessen, Hämmern, Walzen, Ausziehen, Glühen gelangt nun ein Metall in verschiedene Zustände, die den allotropen Modifikationen in vieler Beziehung ganz analog sind, z. B. auch unter Wärmeentwicklung ineinander übergehen. Diese Analogie liess mich Herrn

1) F. Richarz, diese Sitz.-Ber., 8. Mai 1912, S. 42.

W. Schlett veranlassen, zu untersuchen, ob auch zwischen spezifischem Gewichte und spezifischer Wärme verschiedener Bearbeitungszustände ein solcher Antiparallelismus bestehe wie bei allotropen Modifikationen. Dies fand sich für die untersuchten Metalle Platin und Nickel in der Tat bestätigt[1]). Selbstverständlich bestimmte Herr W. Schlett mit möglichster Sorgfalt die spezifischen Gewichte auf direktem Wege. Unzuverlässig wäre gewesen, wenn er die spezifischen Gewichte aus gemessenen Querschnittsänderungen der Drähte beim Ziehen oder Ausglühen berechnet hätte. Das hat W. Schlett nicht getan. Diese indirekte Schlussweise aber wendeten die Herren C. Chappell und M. Levin an[2]) und leiteten aus ihren Schlüssen Einwände ab gegen die Resultate von Herrn W. Schlett. Hiergegen hat Herr W. Schlett sich mit Recht verteidigt und zwar sagt er[3]):

„Auch lässt sich nach meinen Beobachtungen bei Platin und Nickel aus der Reduktion des Querschnitts von Drähten beim Kaltziehen und selbst beim Ausglühen kein sicherer Schluss ziehen auf die Grösse und Richtung der Dichteänderung, sodass die in jener Arbeit von Chappell und Levin angegebenen Gesichtspunkte für die Dichtigkeit der Proben nicht genügen, um einen Vergleich zwischen spezifischer Wärme und Dichtigkeit durchzuführen".

In einem zweiten Angriff gegen Herrn W. Schlett zitieren die Herren Chappell und Levin den vorstehenden Satz des Herrn W. Schlett ohne die vorstehend gesperrt gedruckten Worte und fahren dann fort[4]) mit der Schlussbemerkung:

„Der Kritik, die Herr Schlett hiermit an seiner eigenen Arbeit übt, zu widersprechen, liegt für uns keine Veranlassung vor".

---

1) W. Schlett, Inaug.-Diss. Marburg 1907; Ann. Phys. 26, p. 201, 1908.

2) C. Chappell und M. Levin, Ferrum X., S. 271, 1913.

3) W. Schlett, Ferrum XI., S. 151, 1914.

4) C. Chappell und M. Levin, Ferrum XI., S. 180, 1914.

Gegen das soeben wiedergegebene Verfahren von Chappell und Levin hatte Herr W. Schlett unmittelbar vor Ausbruch des Krieges eine Klarlegung an die Schriftleitung des „Ferrum“ eingesandt. Diese wurde aber nicht aufgenommen. Als dann Herr W. Schlett, der als Freiwilliger bei Kriegsausbruch eingetreten war, schwer verwundet wieder nach Deutschland zurückkehrte, erklärte die Schriftleitung[1]), der Irrtum von Chappell und Levin sei dadurch entstanden, dass die Schriftleitung letzteren behufs schnellerer Erwiderung Fahnenabzüge der Schlett'schen Verteidigung zugestellt habe, in denen jene Worte gefehlt hätten. Nebenbei bemerkt: an Herrn W. Schlett hatte die Schriftleitung keine Fahnenabzüge der Angriffe von Chappell und Levin behufs schnellerer Verteidigung übersandt. Auf jeden Fall aber, wenn Chappell und Levin einen Fahnenabzug von der Schlett'schen Verteidigung zunächst ihrem neuen Angriff zu Grunde legten, so hatten sie die Pflicht, vor dem Druck ihres neuen Angriffs den einzig und allein für die Oeffentlichkeit massgebenden Reindruck der Schlett'schen Verteidigung sich anzusehen, welche Pflicht sie verabsäumt haben. Uebrigens war es ganz ungemein schwer, sogar bei Fehlen der Worte im Fahnenabzug, dass Chappell und Levin jenes Missverständnis begingen, aus welchem sie ihre Schlussbemerkung herleiten wollen.

Nachdem Herr W. Schlett in seiner ersten Verteidigung den Angriff von Chappell und Levin (denn diese waren die Angreifenden, nicht Herr W. Schlett, wie man gesagt hat) sachlich widerlegt hat, ist bei ihrem zweiten Angriff jenen Herren der vorstehend dargelegte Irrtum unterlaufen. Hiermit dürfte auch diese Offensive wohl erledigt sein.

---

1) Ferrum XII., S. 129, 1915.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

BUREAU OF AMERICAN
AUG 9 1924
ETHNOLOGY LIBRARY

Jahrgang 1916

25562

Marburg
Kommissionsverlag der N. G. Elwert'schen Buchhandlung (G. Braun)
1917.

Z XI.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

Jahrgang 1916

Marburg
Kommissionsverlag der N. G. Elwert'schen Buchhandlung (G. Braun)
1917.

Inhalt.

Seite

Herr *E. Korschelt:* Über ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung bei den Tieren 1
.. *v. Auwers:* Über einen Fall von Autoxydation 4
„ *F. Richarz:* Bemerkungen über Autoxydationen . . . 6
„ *Blanckenhorn:* Die Gliederung der Tertiärbildungen in Niederhessen (besonders auf den Blättern Gudensberg und Ziegenhain) 9
Derselbe: Organische Reste im Mittleren Buntsandstein Hessens 21
Herr *Arthur Meyer:* Der Bau der Protoplasten der Zelle und das Wesen der Chondriosomen und der Allinante 45
„ *E. Korschelt:* Demonstration und Besprechung einiger nach der Spalteholz'schen Durchdringungsmethode hergestellter Präparate 52
Derselbe: Demonstration des Universal-Stereoskops nach F. E. Schulze 52
Herr *A. Wegener:* Vorläufige Mitteilung über das am 3. April 1916 im Kreise Ziegenhain gefallene Meteor 52
„ *Jores:* Über feinere Strukturveränderung der quergestreiften Muskulatur bei Inaktivitätsatrophie 53
„ *G. Wetzel:* Demonstration eines Zeichenapparats . . . 55
„ *W. Brand:* Jährliche Hörbarkeitsperiode des Geschützdonners und seine größten bisherigen Reichweiten (nach neuen Ermittelungen) 57
„ *F. A. Schulze:* Das Vorkommen von Radioaktivität in der Umgebung von Marburg 82
„ *F. Richarz:* Bericht über das hundertjährige Bestehen der Gesellschaft zur Bef. der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg 85
„ *E. Kayser:* Vorlegung und Besprechung neuer Blätter der geologischen Landesaufnahme aus der Umgebung von Marburg 95
„ *F. B. Hofmann:* Die Automatie des Herzens und seiner Teile 100
Wahlen 43, 52, 55
Verzeichnis der Schriften der Gesellschaft 90

Verzeichnis der Mitglieder*)

(am Schluß des Jahres 1916).

Ehrenmitgieder.

Retzius, Gustav, Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm.. 18. 1. 99.
Marchand, Felix, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 9. 12. 00.
Graf Zeppelin, Dr ing., Exzellenz, Friedrichshafen . . . 5. 8. 08.
Mannkopff, Emil, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rat . . . . . 12. 7. 11.

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich, Dr. med., o. Prof. em. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat . . . . . 11. 7. 83.
v. Auwers, Karl, Dr. phil., ord. Prof. der Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 17. 12. 13.
Bauer, Max, Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rat 11. 3. 85.
v. Behring, Emil, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Wirkl. Geh. Rat, Exz. . . . . 15. 5. 95.
Bielschowsky, Alfred, Dr. med., ord. Prof. d. Augenheilk. 6. 3. 14. (30. 7. 13)
Bonhoff, Heinrich, Dr. med., ord. Prof. der Hygiene . . 9. 3. 04. (8. 11. 99)
Feussner, Wilhelm, Dr. phil., o. Hon.-Prof. d. theor. Physik 14. 7. 81. (10. 6. 69)
Fries, Carl, Dr. phil. a. o. Prof. der Chemie . . . . . 10. 3. 15. (9. 3. 04).

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum außerordentlichen Mitglied.

Gasser, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rat 27. 1. 88.
(16. 7. 74)
Gürber, August, Dr. med. et phil., o. Prof. d. Pharmakologie 28. 6. 11.
(9. 12. 08)
Hensel, Kurt, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat . . . . . 10. 12. 02.
Hildebrand, Heinrich, o. Hon.-Prof. d. gerichtl. Medizin 12. 5. 15.
(14. 12. 04)
Hofmann, Franz, o. Prof. der Physiologie . . . . . 21. 6. 16.
Jaensch, Erich, Dr. Phil., o. Prof. der Philosophie. . . 10. 3. 15.
(11. 6. 13)
Jores, Leonhard, Dr. med., o. Prof., Direktor d. pathol. Inst. 9. 7. 13.
Kayser, Emanuel, Dr. phil., o. Prof. der Geologie, Geh. Reg.-Rat , ... 13. 1. 86.
König, Friedrich, Dr. med., o. Prof., Direktor d. chirurg. Klinik, Geh. Med.-Rat . . . . . 9. 7. 13.
Korschelt, Eugen, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 26. 7. 93.
Kutscher, Friedrich, Dr. med., a. o. Prof. der Physiologie 12. 2. 08.
(16. 2. 98)
Lohmann, Alfred, Dr. med., Professor, Privat-Dozent der Physiologie . . . . . 7. 5. 13.
(8. 2. 05)
Meyer, Arthur, Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Reg.-Rat 4. 11. 91.
Müller, Eduard, Dr. med., a. o. Prof., Direktor der med. Poliklinik . . . . . 7. 5. 13.
(9. 2. 10)
Ostmann, Paul, Dr. med., o. Hon.-Prof. der Otologie . . 13. 11. 95.
Richarz, Franz, Dr. phil., o. Prof. d Physik, Geh. Reg.-Rat 15. 5. 01.
Schmidt, Ernst, Dr. phil., o. Prof. der pharm. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 11. 3. 85.
Schulze, Franz Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. d. Physik 5. 8. 08.
(31. 7. 01)
Schultze Jena, Leonhard, Dr. phil., o. Prof. d. Geographie 7. 5. 13.
Thiel, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der physik. Chemie . . 8. 5. 12.
(10. 5. 11)
Tuczek, Franz, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie, Geh. Med.-Rat . . . . . 15. 5. 95.
(14. 3. 90)
Wegener, Alfred, Prof., Dr. phil., Privatdozent der Meteorologie und Astronomie . . . . . 12. 5. 15.
(28. 7. 09)

Zangemeister, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie 28. 6. 11.
Zincke, Theodor, Dr. phil., o. Prof. em. d. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 13. 1. 76.

B. Außerordentliche.

Berblinger, Walther, Prof., Dr. med., Privatdozent . . . 9. 7. 13.
Berlin, Ernst, Dr. phil., Assistent am physiol. Institut . . 28. 6. 11.
Blanckenhorn, Professor Dr., Landesgeologe . . . . . 15. 1. 13.
Brand, Walther, Dr. phil., Oberlehrer. . . . . 19. 2. 13.
Cloos, Hans, Dr. phil., Privatdozent der Geologie . . . 10. 3. 15.
v. Dalwigk, Friedrich, Dr. phil., Prof., Priv.-Dozent der reinen und angewandten Mathematik . . . . . 9. 5. 00.
Esch, Peter, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 20. 11. 13.
Fischer, Guido, Dr. med., Prof., Direktor d. Zahnklinik . . 28. 6. 11.
Frey, Ernst, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 30. 7. 13.
Grüter, Wilhelm, Dr. med., Priv.-Dozent, Assistent an der Augenklinik . . . . . 28. 6. 11.
Hagemann, Richard, Dr. med., Prof., Privatdozent . . 13. 5. 14.
Harms, Wilhelm, Dr. phil., Prof., Privatdozent der Zoologie . . . . . 7. 6. 10.
Jahrmärker, Max, Dr. med., Prof., Privatdozent, Direktor der Landesheilanstalt . . . . . 10. 2. 04.
Kauffmann, Oskar, Hauptmann d. L., Forschungsreisender 13. 12. 11.
Keller, Oskar, Dr. phil., Prof., Abteilungsvorsteher am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.
Kreckwitz, Assistent an der medizin. Poliklinik . . . . 24. 6. 14.
Löning, Fritz, Dr. med., Privatdozent . . . . . 9. 7. 13.
Misch, Georg, Dr. phil., a. o. Prof. d. Philosophie . . . . 30. 7. 13.
Nordhausen, Max, Dr. phil., a. o. Prof. der Botanik . . 12. 5. 12.
Obst, E., Dr. phil., Privatdozent f. Geographie . . . . . 13. 11. 12.
Reissert, Arnold, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. der Chemie . 11. 2. 03.
Rick, Dr. med., Assistent an der Frauenklinik . . . . 24. 6. 14.
Rieländer, August, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Gynäkologie . . . . . 13. 6. 06.
Rohmer, Paul, Dr. med., Privatdozent . . . . . 17. 12. 13.
Schenck, Martin, Dr. med. et phil., Privat-Doz., Assistent am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.
Schwantke, Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz., Assistent am mineralog. Institut . . . . . 21. 6. 99.
Sichert, Carl, Dr. phil., Chemiker . . . . . 14. 5. 02.
Strecker, Wilhelm, Dr. phil., Prof., Privatdoz. d. Chemie 6. 3. 14.

Stuchtey, Karl, Dr. phil., Assistent am physik. Institut . . 9. 12. 08.
Take, Emil, Dr. phil., Priv.-Dozent, Assistent am physik. Institut . . . . . 9. 12. 08.
Tönniges, Carl, Dr. phil., Prof., Assist. am zoolog. Institut 16. 2. 98.
Veit, Otto, Dr. med., Priv.-Doz., II. Prosektor . . . . . 28. 7. 09.
Weigel, Otto, Dr. phil., a. o. Prof. der Mineralogie . . . 9. 2. 16.
Wintzer, Paul, Dr. med., prakt. Arzt . . . . . 13. 5. 14.

Auswärtige Mitglieder.*)

Ach, Narciss, Dr. med. et phil., Professor der Philosophie, Königsberg . . . . . (8. 2. 05)
Ackermann, Dankwart, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Physiologie, Würzburg . . . . . (5. 8. 08)
Andrée, Karl, Dr. phil., a. o. Prof. d. Geologie, Königsberg (4. 8. 10)
Aschoff, Ludwig, o. Prof. der patholog. Anatomie, Freiburg i. Br. . . . . 17. 6. 03.
Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. der Ophthalm., Freiburg i. Br. . . . . (15. 1, 96)
Barth, Adolf, Dr. med., o. Prof. der Otologie, Leipzig . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . (13. 11. 95)
Beneke, Rudolf, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Halle . 14. 11. 06.
Böhm, Rud., Dr. med., o. Prof. der Pharm., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 20. 5. 81.
Borrmann, Robert, Dr. med., Prof., Direktor der patholog. Anatomie, Braunschweig . . . . . (14. 5. 02)
Brauer, August, Dr. phil., Professor, Direktor des naturhistorischen Museums, Berlin . . . . . 17. 5. 99.
(17. 6. 96)
Brauer, Ludolf, Dr. med., o. Prof., Direktor d. med. Klinik in Hamburg-Eppendorf . . . . . (14. 12. 04)
Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Straßburg (8. 2. 78)
Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Geh. Berg-Rat, Bonn . . . . . (27. 1. 88)
Bruns, Oskar, Dr. med., a. Prof. der inneren Medizin, Göttingen . . . . . (28. 6. 11)
Buchholz, Adolf, Dr. med., Prof., Oberarzt, Hamburg . 8. 12. 97.

*) Die mit einem * bezeichneten sind korrespondierende, die sämtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Busz, Carl, Dr. phil.. o. Prof. der Mineralogie, Münster . (19. 6. 95)
Diels, Ludwig, Dr. phil., Kustos am botanischen Museum Berlin-Dahlem, a. o. Prof. an der Universität . . . 28. 6. 11. (28. 7. 09)
Dietrich, Theodor, Dr. phil., Prof., Geh. Reg.-Rat, Hannover (15. 1. 96)
Drevermann, Fritz, Dr. phil., Prof., Frankfurt a. M. . . (11. 2. 03)
Enderlen, Eugen, Dr. med., o. Prof. d. Chirurgie, Würzburg 12. 2. 97.
Falk, Ferdinand August, Dr. med., a. o. Prof. d. Pharm., Kiel 28. 4. 75.
Fraenkel, Carl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . 4. 11. 91.
Fueter, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Zürich (3. 5. 07)
Gadamer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. der pharmazeut. Chemie, Breslau . . . . . (9. 3. 98)
Goebel, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.
Göppert, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Frankfurt a. M. . . . . (4. 12. 12)
Haselhoff, Emil, Dr. phil., Prof., Direktor der landw. Versuchsstation, Cassel . . . . . (11. 2. 03)
Häcker, Rudolf, Dr. med., Prof., Oberarzt d. chirurg. Klinik, Essen . . . . . (7. 6. 10)
Heffter, Arthur, Dr. phil. et med., o. Prof. der Pharmakologie, Berlin . . . . . 14. 11. 06.
Heine, Leopold, o. Prof. der Ophthalmologie, Kiel . . . (18. 1. 99)
Hellinger, Ernst, Dr. phil., a. o. Prof. der Mathematik, Frankfurt a. M. . . . . (12. 1. 10)
Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . . (2. 7. 68)
Herrmann, F., Dr. phil., Geol. Landesanstalt, Berlin . . 1. 3. 11.
v. Hess, Carl, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmol., München 11. 11. 96.
Hess, Otto, Dr. med., Prof., Oberarzt, Posen . . . . . (25. 6. 02)
**Heusler, Fritz,* Dr. phil., Hüttendirektor, Dillenburg . 8. 2. 05.
Hohmeier, Friedrich, Dr. med., Prof., Oberarzt am städt. Krankenhaus, Mainz . . . . . 24. 6. 14.
Hürter, Jakob, Dr. med., Prof., Oberarzt am städt. Krankenhaus Mainz . . . . . 17. 12. 13.
Jung, Heinrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Kiel . (13. 12. 05)
Kossel, Albrecht, Dr. med., o. Prof. d. Physiol., Geh. Rat, Heidelberg . . . . . 15. 5. 95.
Krauß, Wilhelm, Dr. med., Prof. der Augenheilkunde an der medizin. Akademie, Düsseldorf . . . . . (10. 7. 07)
v. Krehl, Ludolf, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Heidelberg . . . . . 8. 11. 99.

Küster, Fr. Wilh., Dr. phil., o. Prof., Gutsbes., Müncheberg bei Berlin . . . . . (26. 7. 93)
Küster, Ernst, Dr. med, o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med., Rat, Berlin . . . . . 4. 11. 91.
Küttner, Hermann, Dr. med., o. Prof. der Chiurg., Breslau (8. 2. 05)
Loewi, Otto, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Graz (15. 5. 01)
Lotz, Heinrich, Dr. phil., Geologe, Berlin . . . . . (13. 12. 99)
Matthes, Max, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Geh. Med.-Rat, Königsberg . . . . . 28. 6. 11.
Meisenheimer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. d. Zool., Leipzig 5. 8. 08. (16. 2. 98)
Meyer, Hans, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Wien 11. 3. 85.
v. Müller, Friedr., Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., München 26. 7. 93.
Neide, Ernst, Major a. D., Dr. phil., Allstedt, Großh. Sachsen (13. 1. 04)
Noll, Alfred, Dr. med., a. o. Prof. d. Physiol., Jena . . . (16. 2. 98)
Oestreich, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Utrecht (9. 3. 04)
Opitz, Erich, Dr. med., Prof., Dir. d. Frauenkl., Gießen . (13. 1. 04)
Pfannkuch, Wilhelm, Dr. med., prakt. Arzt, Cassel . . . (17. 1. 72)
Pfeffer, Wilh., Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Hofrat, Leipzig . . . . . (27. 4. 71)
Plate, Ludwig, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Jena . . (27. 1. 88)
Plenge, Enriquez, Dr. med., Heidelberg . . . . . (7. 3. 99)
Ransom, Frederick, Dr. med., Cambridge . . . . . (7. 3. 99)
Rathke, Bernhard, Dr. phil., Prof. d. physik. Chemie, Meran 14. 3. 84.
**Rehn, Joh. Heinrich*, Dr. med., San.-Rat, Frankfurt a. M. 26. 11. 80.
Rein, Johannes, Dr. phil., o. Prof. em. der Geographie, Geh. Reg.-Rat, Bonn . . . . . 1. 12. 76.
Ribbert, Hugo, Dr. med., o. Prof. d. pathol. Anatomie, Bonn 20. 6. 00.
Romberg, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. inn. Mediz. München 20. 6. 00.
Rost, Eugen, Dr. med., Regierungsrat, Berlin . . . . . (16. 2. 98)
Rubner, Max, Dr. med., o. Prof. der Physiol., Geh. Med.-Rat, Berlin . . . . . 13. 1. 86.
Rühl, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der Geographie, Berlin (28. 7. 09)
Rumpf, Theodor, Dr. med., Professor, Bonn . . . . . 14. 3. 90.
Rupp, Erwin, Dr. phil., o. Prof. f. Pharmazie, Königsberg (14. 12. 04)
Ruppel, Wilhelm, Dr. phil., Professor, Höchst . . . . . (18. 7. 00)
Sauerbruch, Ferd., Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Zürich (7. 6. 10)
Schaum, Carl, Dr. phil., o. Prof. d. phys. Chemie, Gießen 13. 12. 05. (11. 8. 97)
Schenck, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. der Chemie, Geh. Reg.-Rat, Münster . . . . . (11. 8. 97)

Schmidt, Martin, Dr. med., o. Professor d. path. Anatomie, Würzburg . . . . . 28. 6. 11.
Schöne, Georg, Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie, Greifswald (7. 6. 10)
Schottelius, Max, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Hofrat, Freiburg i. B. . . . . (11. 7. 79)
Schottky, Friedrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat, Berlin . . . . . 15. 5. 95.
Schridde, Hermann, Dr. med., Prof., Direktor der pathol. Anatomie, Dortmund . . . . . (13. 12. 05)
Schwenkenbecher, Alfred, Dr. med., Prof., Direktor der med. Klinik, Frankfurt a. M. . . . . (13. 5. 08)
Seddig, Max, Dr. phil., Prof., Privatdozent der Physik, Frankfurt a. M. . . . . (17. 6. 03)
Siemens, Friedrich, Dr. med., Geh. Med.-Rat, Direktor der Landes-Irrenanstalt Lauenburg i. P. . . . . (19. 12. 79)
**Speck, Carl,* Dr. med., San.-Rat, Kreis-Physik., Dillenburg 5. 4. 71.
Stoeckel, Walter, Dr. med., o. Prof., Direktor der gynäkol. Klinik, Kiel . . . . . (5. 8. 08)
Strahl, Hans, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Gießen . . 27. 1. 88.
(14. 12. 80)
Straub, Walther, Dr. med., o. Prof. d. Pharmakol., Freiburg (13. 12. 05)
Study, Eduard, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Bonn . (14. 3. 90)
Uthoff, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Breslau . . . . . 4. 11. 91.
Wendel, Walther, Dr. med., Prof., Direktor des städtischen Krankenhauses, Magdeburg-Sudenburg . . . . . (12. 2. 02)
Wernicke, Erich, Dr. med., Prof., Direktor des hygienischen Instituts in Posen . . . . . 16. 2. 98.
(10. 2. 97)
Ziegenbein, Hans, Dr. phil., Vorst. d. Nahrungsm.-Amts, Stralsund . . . . . (14. 5. 02)

Durch den Tod hat die Gesellschaft im Jahre 1916 verloren:

von den ordentlichen Mitgliedern:

Schenck, Friedrich, Dr. med., o. Prof. der Physiologie, Geh. Med.-Rat . . . . . 15. 5. 01.

von den außerordentlichen Mitgliedern:

Flade, Friedrich, Prof., Dr. phil., Privatdozent der Chemie, gefallen im Kriege . . . . . 4. 8. 10.

von den auswärtigen Mitgliedern:

Friedrich, Paul, Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med.-Rat, Königsberg . . . . . 12. 2. 08.

Römer, Paul, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Greifswald . 28. 6. 11. (10. 2. 04)

Der Vorstand.

F. Richarz, Vorsitzender. *A. Thiel,* ständiger Schriftführer.

A. Lohmann, Kassenführer.

Kriegsvertreter des Schriftführers und des Kassenführers:
W. Feußner. F. A. Schulze.

Engerer Ausschuß.

E. Korschelt, stellvertr. Vorsitzender. *E. Schmidt. F. Tuczek.*

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 1 Januar 1916

In der Sitzung vom 12. Januar 1916 sprach zunächst Herr E. Korschelt:

Ueber ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung bei den Tieren.

Der Vortragende kennzeichnet zunächst die geschlechtliche Fortpflanzung als solche, bei welcher die Erzeugung der Nachkommen von zwei Eltern ausgeht (Amphigonie) und bespricht im Hinblick darhuf Hermaphroditismus und Parthenogenese, um dann zur ungesnhlechtlichen Fortpflanzung (Monogonie) überzugehen, die bei den Metazoen dadurch charakterisiert ist, daß sie von Zellkomplexen (nicht von Einzelzellen, Keimzellen) ausgeht und deshalb im Vergleich zu den Pflanzen als vegetative Fortpflanzung bezeichnet wird. Dieser Vergleich wird weiter ausgeführt und dann die Monogonie in den verschiedenen Arten ihres Verlaufs erläutert.

Die äußerlich merkwürdig weit gehende Übereinstimmung im Verlauf der ungeschlechtlichen Fortpflanzung (Teilung, Knospung, Stockbildung) bei Metazoen und Protozoen kann keinesfalls von genetischer Bedeutung sein, da sich der Vorgang dort am Körper eines vielzelligen Tieres unter Beteiligung seiner verschiedenen Schichten (Keimblätter), hier aber an der einen Zelle abspielt und demnach nur den

Charakter einer Zellteilung hat, wie dies übrigens von R. Hertwig klar ausgesprochen wurde. Wenn daher in neueren zusammenfassenden Darstellungen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung Protozoen und Metazoen zusammen abgehandelt und mit einander verglichen werden, so ist dies als unzulässig zu bezeichnen und gegenüber den früheren Darstellungen, z. B. bei Korschelt und Heider (Lehrb. der Entwicklungsgeschichte, Allg. Teil, 1910), als Rückschritt zu betrachten, durch welchen die Klärung des Gebietes leidet.

Wenn vom Übergang einer Fortpflanzungsweise von den Protozoen zu den Metazoen gesprochen werden darf, so ist dies nur hinsichtlich der geschlechtlichen Fortpflanzung möglich, welche nach den wichtigen Ergebnissen der Forschungen in den letzten $1^1/_2$ Jahrzehnten weitgehende Übereinstimmung (in den Reduktionserscheinungen, Reifung und Richtungskörperbildung, Befruchtung, Spindelbildung etc.) bei Protozoen und Metazoen erkennen läßt.

In Weiterführung dieser Betrachtungen werden dann die Beziehungen zwischen der ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Fortpflanzung bei den mehrzelligen Tieren besprochen. Von den Soriten und Gemmulis oer Schwämme sowie den Statoblasten der Bryozoen ausgehend, kommt der Vortragende auf die Knospung der Coelenteraten zu sprechen. Weismanns auf seiner Determinantenlehre beruhende Auffassung des Knospungsvorgangs wird erläutert und weiter ausgeführt, wie die Ergebnisse der Autoren, die sich später mit den Knospungserscheinungen beschäftigen, dazu im Gegensatz stehen. Danach gehen die Knospen nicht aus einigen wenigen oder gar nur einer Zelle hervor, soudern werden von den verschiedenen Keimblättern geliefert, entsprechend ungefähr der schon früher davon gegebenen Darstellung. Trotzdem bilden sich die Medusenknospen der Margeliden nur aus einem (dem äußeren) Keimblatt heraus (Chun) und nach Braems Darstellung scheint es sogar,

als wenn sie aus den Keimzellen hervorgingen, mit denen sie am Manubrium der betr. Medusen ganz gleiche Lage zeigen. Nach neueren Darstellungen scheint es ferner, als ob eine solche „Gonoblastie“ noch bei anderen Medusen vorkäme (A. G. Mayer).

Wenn sich diese Angaben bestäligen, wäre also ein Übergang mindestens zu einer Art der Monogonie von der Amphigonie her gewonnen. Für die andere Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung allerdings, für die Teilung, würde sich eine derartige Überführung kaum als möglich erweisen. Wenn nun diese nicht von den Protozoen übernommeu ist, wie kann sie dann zustande gekommen sein?

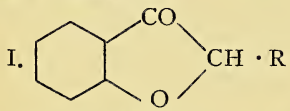
Nehmen wir an, daß die geschlechtliche Fortpflanzung von den Protozoen auf die Metazoen übertragen würde, so sind dann offenbar bei den niedersten Metazoen unter dem Einfluß besonderer Lebensverhältnisse, vielleicht zu raschgrer oder sicherer Erreichung der Vermehrung, andere Formen der Fortpflanzung (Quer- und Längsteilung, Knospung, Bildung von Soriten, Gemmulis, Podocysten) entstanden, wie man sie bei den niedersten Metazoen, Poriferen und Coelenteraten findet. Bestehen bleibt aber anscheinend stets die Tatsache, daß nach einer Reihe von ungeschlechtlichen Generationen die Tiere immer wieder zur Amphigonie zurückkehren (Generationswechsel), denn die dabei erzielte Mischung der Eigenschaften ist offenbar für sie von größter Wichtigkeit.

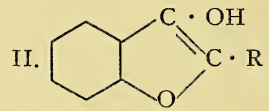
Zum Schluß sei noch bemerkt, daß hier nur die allgemein verständlichen Punkte des Gegenstandes zur Sprache gebracht wurden, der an anderer Stelle eingehender behandelt werden wird.

Sodann sprach Herr v. Auwers:

Ueber einen Fall von Autoxydation.

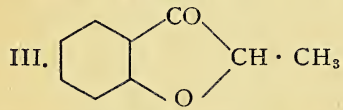
Die 1-Alkylderivate des Cumaranons, die der allgemeinen Formel I oder II



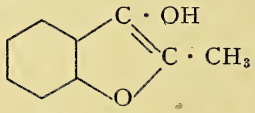


entsprcchen, zeichnen sich u. a. dadurch aus, daß unter Umständen der sauerstoffhaltige Ring mit auffallender Leichtigkeit gesprengt wird. Von besonderem Interesse ist, daß dies auch bei der freiwilligen Oxydation geschehen kann.

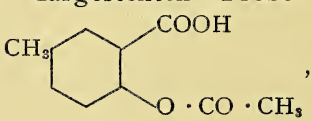
Ein Präparat des 2,4-Dimethylcumaranons,



oder



das etwa $^3/_4$ Jahre in einer verkorkten Glasflasche aufbewahrt worden war, hatte sich in dieser Zeit zum größten Teil in eine Säure verwandelt, die an ihren Eigenschaften und durch Vergleich mit einer synthetich aus *p*-Kresotinsäure und Essigsäureanhydrid dargestellten Probe als Acetyl-*p*-Kresotinsäure,

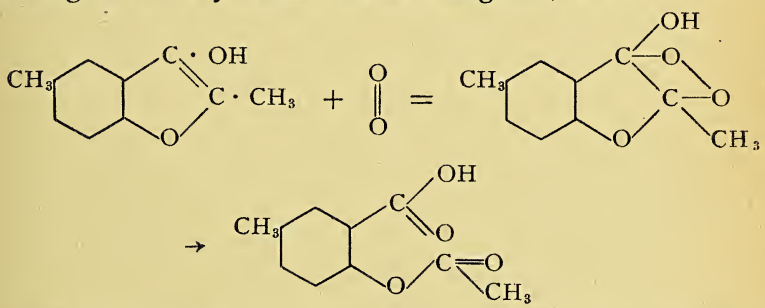


, er-

kannt wurde. Kleinere Mengen jenes Dimethylcumaranons, die sich mehrere Jahre in gleichfalls verkorkten Präparatengläsern befunden hatten, waren vollständig in diese Säure übergegangen.

Da ferner festgestellt wurde, daß auch ein Präparat des 2-Äthyl-4-methyl-cumaranons beim Aufbewahren z. T. zur Propionyl-*p*-Kresotinsäure oxydiert worden war, scheint diese Art von Autoxydation bei 1-Alkylcumaranonen häufger aufzutreten, wenn es auch vorläufig fraglich bleibt, ob dieser Prozeß ausnahmslos stattfindet.

Bei ihrer Autoxydation nehmen jene Cumaranonderivate für je ein Molekül Substanz ein Molekül Sauerstoff auf. Es liegt daher die Annahme nahe, daß bei dem Prozeß entsprechend der hauptsächlich von Engler vertretenen Theorie der Autoxydation zunächst „Moloxyde" gebildet werden, die alsdann durch Verschiebung der Bindungen und Ringöffnung in die acylierten Säuren übergehen, z. B.:



Wie ersichtlich, reagieren dabei die Cumaranonderivate in ihrer Enolform. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß die Autoxydation dieser Körper in enolisierenden Mitteln mit größerer Geschwindigkeit verlaufen wird als in ketisierenden Medien. Versuche in dieser Richtung sollen angestellt werden.

Zu dem Vortrage des Herrn K. v. Auwers machte Herr F. Richarz folgende **Bemerkung über Autoxydationen:** Es erscheint in der Tat höchst wahrscheinlich, daß in dem von Herrn v. Auwers neugefundenen Falle wie auch in vielen anderen Fällen die Autoxydation entsprechend der Englerschen Theorie der Moloxyde durch Eintritt einer Sauerstoffmolekel in die oxydable Verbindung erfolgt. In früheren Untersuchungen hatte ich dagegen mehrfach auch solche Fälle behandelt [1]), in denen ich eine Dissociation der Sauerstoffmolekeln annehmen zu müssen glaubte, und mich auch mit Erfolg gegen Moritz Traube verteidigt, der in jener Annahme viel weiter ging als Engler, und bei allen Autoxydationen zunächst Eintritt einer geschlossenen Sauerstoffmolekel in die Verbindung ohne Lösung auch nur einer der beiden Valenzen annahm („Holoxyde"), wobei gegebenenfalls Wasserstoffsuperoxyd auftreten mußte. Während ich an der Ansicht festhalte, daß bei manchen Autoxydationen eine Dissociation der Sauerstoffmolekeln stattfindet und mich darin mit Anschauungen von van't Hoff berühre, habe ich andererseits auch stets die Ansicht vertreten, daß bei anderen Autoxydationen die Sauerstoffmolekeln nach Lösung nur einer Valenzbindung als [-0-0-]-Gruppe in die oxydable Verbindung eintreten [2]), und stehe insofern mit Engler in Übereinstimmung.

Zu den Fällen mit Dissociation der Sauerstoffmolekeln müssen m. E. diejenigen gehören, bei welchen die gleichzeitig auftretende elektrische Leitfähigkeit die Ionisation des Sauerstoffgases beweist. Abgesehen von der Leitfähigkeit bei Verbrennungen mit Flamme, die nicht Autoxydationen genannt werden, trifft dies bei der Autoxydation des

---

1) F. Richarz, Wied. Ann. **31**, p. 912, 1886. Chem. Ber. Ref. **20**, p. 496, 1887. Chem. Ber. **21**, p. 1669, 1888. Rob. v. Helmholtz und F. Richarz, Wied. Ann. **40**, p. 161, 1890.

2) F. Richarz, Chem. Ber. **21**, p. 1676 unten, p. 1677 oben, p. 1681 in der Mitte, 1888. Rob. v. Helmholtz und F. Richarz, Wied. Ann. **40**, p. 191, p. 198, 1890.

Phosphors zu. In anderen Fällen von Autoxydationen habe ich durch die Herren Uhrig und Gunckell (Marburger Inauguraldissertationen) nach Leitfähigkeit forschen lassen, indessen gelang ihnen der Nachweis nicht einwandfrei. Um so erfreulicher ist es, daß neuerdings W. P. Jorissen und J. A. Vollgraff [1]) für die Autoxydation von Pinen und von Benzaldehyd einwandfrei nachweisen konnten, daß bei ihr dem Sauerstoff elektrische Leitfähigkeit erteilt wird.

---

1) W. P. Jorissen und J. A. Vollgraff, Ztschr. f. Physik. Chem. 90, p. 553, 1915.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 2 Februar 1916

In der Sitzung vom 9. Februar 1916 hielt zunächst Herr Blanckenhorn den Vortrag:

Die Gliederung der Tertiärbildungen in Niederhessen (besonders auf den Blättern Gudensberg und Ziegenhain).

Im Jahre 1879 erschien im Rektoratsprogramm zur Feier der Einführung des neuen Rektors der Universität Marburg eine Abhandlung des damaligen Professors der Mineralogie und Geologie Dr. A. v. Könen: „Über das Alter und die Gliederung der Tertiärbildungen zwischen Guntershausen und Marburg".

Nach einer Besprechung der bisherigen Literatur über das Tertiär Niederhessens und Anführung der wichtigsten in betracht kommenden Ablagerungen stellt der Verfasser zunächst fest, daß Süßwassertone mit Melanien in Hessen sowohl unter als über dem wichtigen, über große Teile Deutschlands und Belgiens verbreiteten Horizont des marinen Septarien- oder Rupeltons (mit dem Leitfossil *Leda Deshayesiana*) vorkämen. Des weiteren beschreibt von Könen die neuen Aufschlüsse, welche die damals im Bau befindliche Eisenbahnstrecke Treysa—Malsfeld in ihren vielfachen Einschnitten bot, dann die Tagebaue und Bohrlöcher in den Braunkohlengrubenfeldern von Frielendorf, Ronneberg bei

Homberg a. d. Efze, Lamsberg und Odenberg bei Gudensberg usw. Auf Grund dieser Vorstudien kommt dann v. Könen zu folgendem Ergebnis bezüglich der Reihenfolge der Tertiärbildungen Niederhessens:

Miozän	Basalttuffe
	Obere Braunkohlenbildungen (Frielendorf etc.) z. t. mit *Melania horrida*
Oligozän	Mächtige Sande mit Knollensteinen = marines Oberoligocän von Cassel und vom Odenberg
	Rupelton
	Untere Braunkohlenbildungen des Hirschbergs und des Habichtswalds.

Das Tertiär des nördlichsten Niederhessens, d. h. des Casseler Beckens, wurde in der Folge von Th. Ebert, Beyschlag, Rosenthal und auch mir selbst weiter untersucht. Die Ergebnisse sind namentlich in den geologischen Kartenblättern Wilhelmshöhe, Besse, Cassel und Kaufungen und den dazugehörigen, von Beyschlag verfaßten Erläuterungen festgelegt. Die hier erkannte Gliederung spricht sich kurz in folgender Tabelle Beyschlags aus:

Ober-Miozän	Basalte und zugehörige Tuffe mit eingelagerten unbedeutenden Braunkohlenflötzen, Tonen und Polierschiefer.
Unter-Miozän	Obere Braunkohlenbildungen des Habichtswalds. Ton, Letten und Braunkohle, Sande mit Kiesen, Quarzsande mit Knollensteinen (Braunkohlenquarziten)

Ober-Oligozän	Casseler Meeressande, gelbe Sande oder glaukonitische Grünsande mit zahlreichen marinen Versteinerungen
Mittel-Oligozän	Mariner Septarienton oder Rupelton
Unter-Oligozän	Tone mit Melanien vom Schenkelsberg und bei Oberzwehren. Untere Braunkohlenbildungen am Fuße des Habichtswalds. Sande mit Knollensteinen.

Der Unterschied bezw. Fortschritt dieses Schemas gegenüber dem v. Könens zeigt sich namentlich darin, daß zwei verschiedene Sande mit Knollensteinen getrennt und die oberen nicht dem Oligozän, sondern dem Miozän eingereiht sind, ferner daß der Melanienton von Oberzwehren—Nordshausen anstatt ins Miozän ins Oligozän gerückt ist und zwar ins Unteroligozän in die Nähe des Septarientons, der selbst leider an jenen Stellen des Blattes Besse nicht beobachtet wurde, so daß die Aufeinanderfolge dort nicht ganz klar war.

Bezüglich des Tertiärs zwischen Guntershausen und Marburg sind seit der anfangs genannten Abhandlung v. Könens keine weiteren Untersuchungen von Bedeutung ausgeführt worden. v. Könens Auffassung blieb daher maßgebend und ging teilweise auch in Lehrbücher über.

Im Jahre 1911 erhielt ich von der Preußischen Geologischen Landesanstalt den Auftrag, eine Anzahl von Kartenblättern Niederhessens geologisch zu bearbeiten, darunter die Blätter Gudensberg—Felsberg, Homberg a. d. Efze, Schwarzenborn und Ziegenhain, also gerade die Gebiete, mit denen sich v. Könens Abhandlung befaßte. Natürlich versuchte ich bezüglich des Tertiärs, zunächst von der Gliederung v. Könens auszugehen. Aber sie war mir von vornherein unsympathisch, da sie mit dem mir bisher als Grundlage dienenden und lieb gewordenen Casseler Schema nicht in Einklang zu bringen war. v. Könen faßte die in dieser Gegend

überall verbreiteten Quarzitsande oder Sande mit den Knollensteinen oder Feuerwacken, eine echte Süßwasserbildung, als zeitliches Äquivalent des marinen Oberoligozäns auf. Letzteres hatte v. K ö n e n nur bis in die Gegend von Gudensberg verfolgen können. Dort also sollte die oberoligozäne Meeresbucht der Nordsee endigen, und weiter südwärts sollten auf dem folgenden Festland bis in die Gegend von Marburg usw. fossilfreie Quarzitsande an die Stelle der fossilreichen Meeressande treten. Das Mißliche, Süßwasserbildungen mit ganz anders gearteten marinen Schichten zu parallelisieren, gibt v. K ö n e n selbst am Schlusse seiner Abhandlung zu.

Zunächst erscheint die Tatsache bedenklich, daß nicht blos südlich von Gudensberg solche Sande mit Quarziten auftreten, sondern genau ebenso nördlich, z. B. in der ganzen Umgegend von Cassel, wo doch die Meeressande in jener Zeit nach v. K ö n e n herrschen sollen. Ein Teil derselben wird allerdings mit Recht als unteroligozän, d. h. als Liegendes des marinen Septarientons gedeutet. Aber ein anderer großer Teil der Sande mit Knollensteinen, z. B. am ganzen Habichtswalde (im Druseltal und bei Hof) gehört ins Liegende (seltener sogar ins Hangende) der jüngeren miozänen Braunkohlenflötze, ist also jünger wie das marine Oberoligozän. So fragte ich mich, warum soll den Quarzitsanden im südlichen Niederhessen ein anderes Alter eingeräumt werden als im nördlichen, warum sollen sie im Süden die angeblich fehlende marine Oberoligozänstufe vertreten, wo sie doch ebensogut wie im Norden miozänen Alters sein können? Ein Beweis für jenes Alter dort war auch in keiner Weise erbracht. Er konnte erst mühsam beim weiteren Kartieren durch Verfolgen der Schichten, Beobachtungen über Aufeinanderfolge und glückliche Fossilfunde gewonnen werden.

Schon durch meinen Vorgänger beim Kartieren des Blattes Gudensberg, Herrn Dr. O. L a n g , war festgestellt, daß die Casseler Sande mit marinen Fossilien nicht in Gudensberg aufhören, sondern noch bei Felsberg und am

Rhünder Berg vorkommen. Dort am Nordfuß des Rhünderbergs bezw. zwischen Rhünda und Gensungen gibt es aber auch Quarzite. Dicht südlich vom Orte Gensungen erscheinen sie noch in der üblichen Art der Knollensteine. Verfolgt man diese Blöcke nach S. zu, so nehmen sie etwas andere Beschaffenheit an, werden kavernös und es stellen sich Petrefakten ein in Gestalt von Abdrücken und Steinkernen von Nüssen, die als *Carpolithes burseraceus* Menzel erkannt wurden, Dikotyledonenblättern und Schnecken der Gattungen *Helix, Hydrobia, Limnaeus* und *Planorbis*. Diese Formen weisen, soweit sie bestimmt werden konnten, im einzelnen wie im ganzen auf die Miozänperiode hin. In einer Schlucht am NNW-Fuß des Rhünder Bergs, an deren Oberkante diese fossilreichen Süßwasserquarzite zutage treten, wurde ein Bohrloch angesetzt, das in gewisser Tiefe 2 Kohlenflötze antraf, vermutlich die gleichen, wie sie nördlicher am Heiligenberg abgebaut werden. Daraus würde hervorgehen, daß die miozänen Quarzite hier sogar noch über den Braunkohlen liegen, wie das in gleicher Weise auch mit dem sogenannten „Trappquarz" am fiskalischen Erbstollenwerk am Großen Steinhaufen im Habichtswald der Fall ist, hier in unmittelbarer Verbindung mit bedeckendem Basalttuff[1]).

Westsüdwestlich von diesem Bohrloch am NW-Fuß des Rhünderbergs werden die gelbweißen löchrigen Quarzite ersetzt durch Quarzitschiefer, Hornstein, gebänderten Halbopal und Eisenkiesel. Der quarzitische Schiefer enthält noch dieselben Blattabdrücke, Nüsse und Schnecken. Am untern Koch'schen Wäldchen beobachtet man einen Übergang dieser kieseligen Gesteine in kalkige, in welchen die Schnecken besser mit glänzender Schale erhalten sind. Die Kalke sind

1) Vergl. Ebert, Die tertiären Ablagerungen der Umgegend von Cassel. Inaug.-Diss. Göttingen 1882, S. 17, und Blanckenhorn, Geologie und Topographie der näheren Umgegend von Cassel (Festschrift zur 75 Vers. deutscher Naturf. u. Ärzte in Cassel 1903), S. 51.

hier linsenförmig in Basalttuff vom Aussehen eines Schlammstroms eingelagert, der in einen Süßwassersee, belebt von der Schneckenfauna, eingedrungen ist und ihn ausgefüllt hat. Die fossilführenden bituminösen Kalklinsen sind z. T. gespickt mit Besaltauswürflingen. Der Tuff selbst enthält die gleichen Schnecken (*Planorbis* und *Limnaeus*) auch lose eingeschlossen in vortrefflicher Erhaltung der Schale. Es gewinnt den Anschein, als ob die genannten kieseligen Gesteine, speziell die Quarzitschiefer und löchrigen Quarzite aus ursprünglichen Kalken des Süßwassersees durch nachträgliche Verkieselung hervorgegangen seien. Die Kalke und Quarzite, ihre Fauna und der Basalttuff müssen unbedingt der gleichen Periode zufallen. Nun kennen wir aber in Hessen keine oligozänen, sondern nur miozäne Basalt- und Tufferuptionen. Daraus wäre zu schließen, daß auch die Quarzite ebenso wie die davon bedeckten Braunkohlenflötze miozänen Alters sind. Dieselben bituminösen Kalke, nur dunkler gefärbt, aber mit der gleichen Fauna an *Planorbis* und *Limnaeus* traf man übrigens in dem Bohrloch 97 im Braunkohlengrubenfeld Ostheim im W des Dorfes Sipperhausen im NO-Teil des Blattes Homberg a. d. Efze und zwar hier mitten zwischen den kohlenführenden Schichten.

Daß das Oberoligozän im südlichen Teil des Blattes Gudensberg nicht durch limnische Quarzitsande vertreten ist, geht auch aus dem Umstande mit Sicherheit hervor, daß oberhalb Kochs Wäldchen am N-Abhang des Rhünderbergs gelbe Eisensandsteine mit vielen marinen Molluskenresten der Casseler Stufe angetroffen wurden. Das Oberoligozän wurde also noch in seiner üblichen marinen Ausbildung zunächst bis nahe zum Südrand des Blattes Gudensberg verfolgt.

Es fragt sich nun, ob hier doch der letzte Ausläufer der nördlichen Casseler Meeresbucht des Oberoligozäns vorlag oder ob dieselbe nicht noch weiter südlich reicht.

Auf Blatt Homberg a. d. Efze wurde leider bis jetzt keine Spur sicheren Oberoligozäns wahrgenommen, sondern

nur mitteloligozäner Septarienton und daneben Melanienton als Süßwasserbildung, den ich gleichfalls dem Oligozän zurechnete, dessen genaues relatives Alter aber zunächst noch nicht sicher ermittelt wurde. Der Melanienton konnte unter oder über dem Septarienton seine Stellung finden als Vertreter des Unteroligozäns (entsprechend dem Beyschlagschen Schema) oder als oberes Mitteloligozän oder gar Oberoligozän. Die entscheidende Antwort über die Stellung des Melanientons und der Quarzite und auf die Frage: Wie ist das Oberoligozän hier ausgebildet? konnte nur im äußersten SW-Eck des Blattes Homberg a. d. Efze und auf dem gegen SW anschließenden Blatt Ziegenhain im Tertiärbecken an der Schwalm und deren rechtem Zufluß Grenzebach gefunden werden. Ich führte daher im letzten Sommer 1915 eine kleine Anzahl Tiefbohrungen (bis zu 4—5 m Tiefe) und Schürfungen aus, die auch eine befriedigende Lösung des Problems brachten.

Ich suchte mir für meine Zwecke Punkte aus, wo mehrere Schichten in typischer Entwicklung, darunter der Septarienton und Melanienton womöglich durch Fossilien gekennzeichnet, zusammen aufgeschlossen waren, deren gegenleitiges Lagerungsverhältnis sicher festgestellt werden konnte, und fand derartige Punkte nördlich und westlich von Verna, zwischen Leimsfeld und Schönborn, am Grenzebach unterhalb der Ruchmühle, am Sangeberg auf dem rechten Wälsebachufer, am Kottenberg und in der Sandgrube unweit vom Bahnhof Ziegenhain Nord. Ich will hier nicht die Ergebnisse der einzelnen Bohrungen der Reihe nach hintereinander aufführen, zumal man sie nur an der Hand der geologischen Karte recht verstehen könnte, sondern nur die allgemeinen Resultate.

Von größter Bedeutung schien mir ein im Ziegenhainer und Grenzebachbecken weit verbreiteter grünlich gelber Sand zu sein, der lokal zwischen Leimsfeld und Schönborn eine schön blaugrüne Farbe annimmt. Der grüne Grundton wird bedingt durch mehr oder weniger reichlich zwischen gelben

oder weißen Sandkörnern eingestreute dunkelgrüne Glaukonitkörner. Glaukonit, ein wasserhaltiges Silikat von Eisenoxyd mit schwachem Kaligehalt und Spuren von Kalkphosphat und Natron, ist in der Natur bisher nur in zweifellos marinen Sedimenten angetroffen worden. Es ist eine Ausscheidung aus Seewasser, ein chemischer Absatz im marinen Grundwasser. Die Bildung der Glaukonitsubstanz beginnt als Steinkern in den Schalen von Foraminiferen. Die kalkigen Foraminiferenschalen können später vollständig aufgelöst sein. Glaukonithaltige Sande sind also marinen Ursprungs. Ich konnte das Vorkommen dieser Glaukonitkörner in den genannten grünlich gelben oder gelben Sanden im ganzen Becken von Ziegenhain nachweisen. Auch v. Könen hat diese grünlich gelben Sande über dem Septarienton in der zitierten Arbeit erwähnt. Aber er achtete weniger auf den grünen Ton ihrer Farbe, erkannte ihre marine Natur nicht und betrachtete sie als identisch mit den weiter folgenden gelben und weißen Sanden mit Quarziten. Er vereinigte so zwei Sandarten von ganz verschiedener Entstehung.

Gelang es nun, den Grünsand von den Quarzitsanden zu trennen, so bedurfte noch die Frage ihrer Stellung zum Melanienton dringend der Aufklärung. Lag letzterer unter den beiden Sanden oder zwischen ihnen als trennendes Glied oder über ihnen? Ich selbst neigte zu der Auffassung, daß er jedenfalls älter als der Quarzitsand, mithin oligozän sei und mit dem Septarienton in engerer Beziehung stände, wie das auch Beyschlags Schema zum Ausdruck brachte.

Bei den Bohrungen und Schürfungen stellte sich nun als gesichertes und wiederholt bestätigtes Ergebnis die Reihenfolge heraus: Septarienton, Melanienton, Grünsand, Quarzitsande, Tone und Sande mit Braunkohlen, Basalttuff.

Die älteste Ablagerung im Ziegenhainer Becken ist der mitteloligozäne marine Septarienton (Unteroligozän entsprechend den bekannten Braunkohle führenden Ablagerungen

von Kaufungen, am Möncheberg und Fuß des Habichtswalds und Langenbergs z. T. mit Quarzitsanden fehlt der Ziegenhainer Gegend an der Oberfläche ganz). Die Mächtigkeit des Septarientons kann 20 m erreichen.

Darüber folgt unmittelbar oder nach Zwischenspaltung von lokal entwickelten gewöhnlichen, bis zu 2 m starken Sanden der Melanienton mit den 3 Leitfossilien: *Melania horrida. Melanopsis Kleini* und *Paludina lenta.* In ihrer oberen Hälfte enthält diese Abteilung Kalkknollen mit Limnäen oder auch mit kleinen Hydrobien. Die Mächtigkeit des Melanientons ist sehr gering; wo er gemessen werden konnte, waren es nur 2 m. Aus diesem Grunde ist er oft genug ganz verschwunden, so daß z. B. an den von v. K ö n e n untersuchten Eisenbahneinschnitten nordöstlich Ziegenhain-Nord und Leimsfeld der folgende grüngelbe Sand dem Septarienton direkt aufliegt. Der Melanienton mit dem Limnäen- und Hydrobienkalk bezeichnet die Rückzugsphase des ersten Meeres gegen Ende des Mitteloligozäns (ebenso wie die Cyrenenmergel, der Landschneckenkalk und die Süßwassermergel im Mainzer Becken) und gehört noch dem Mitteloligozän an. Theoretisch könnte er ebensogut auch dem Eindringen dieses Meeres vorausgehen. Wie oben gesagt, wurde der Melanienton von Oberzwehren und Großalmerode in der B e y s c h l a g'schen Auffassung dem Unteroligozän zugerechnet. Vorläufig liegt kein Grund vor, an dieser Altersannahme zu zweifeln. Nur bei Ziegenhain ist das sicher nicht der Fall, hier liegt er höher. Somit hätten wir in Hessen vielleicht 2 Horizonte mit Melanien, aber beide noch innerhalb des Oligozäns, nämlich im Norden unter dem Septarienton, im Süden direkt über ihm.

Als zweite Meeresbildung folgt nun bei Ziegenhain der glaukonitführende Grünsand. Er vertritt das marine Oberoligozän, die Chattische Stufe. Die spätoligozäne Casseler Meeresbucht reichte also doch noch bis Ziegenhain nach Süden. Diese Sande erreichen am Grenzebachtal (im W des

Kottenberg) eine Stärke von 20 m; das wäre die gleiche Mächtigkeit, die wir auch vom Septarienton verzeichneten. Fossilien sind bis jetzt noch nicht mit vollkommener Sicherheit nachgewiesen, doch an mehreren Punkten wahrscheinlich. Auf den Gehalt an Foraminiferm wird der Grünsand noch von einem Spezialisten, Lehrer Mücke in Ziegenhain, der jetzt im Felde ist, geprüft werden. In einer künstlichen Aufschüttung von grüngelbem Sand auf dem Bahndamm bei Leimsfeld fand Herr Lehrer Schwalm von Obergrenzebach eine *Cardita tuberculata.* Am Südrand des Kesselsforstes südöstlich Niedergrenzebach erschloß ein von Herrn v. Normann gestoßenes Bohrloch über Septarienton und einer weiteren ganz wie Melanienton aussehenden Schicht: Grünsand, ockrigen Ton mit Eisenstein und Ton mit Schalen von *Cytherea incrassata.* Diese Leitform ist in der Casseler Gegend häufiger im oberen Meeressand als im Septarienton. Wie hier, so wird auch im Westen der untern Ruchmühle und nordwestlich von Schönborn der Grünsand von einem braungelben Ton mit Brauneisenkonkretionen überlagert, den ich noch dem Oberoligozän zurechnen möchte, obwohl Petrefakten hier bis jetzt nicht gefunden wurden. Aber ich erinnere daran, daß auch an einigen Stellen der Casseler Gegend, so an der alten Wolfhagerstraße [1]) in Wilhelmshöhe das Oberoligozän aus einer Folge von Grünsand und Ton mit Eisensteinknollen, dort allerdings fossilführend, besteht.

Damit würde das Oligozän nach oben abschließen.

Was noch darüber von Tertiär folgt, sind ausschließlich Süßwasser- oder festländische Bildungen, die dem Miozän zufallen: zuerst die groben Sande mit Kieslagen und mit Verfestigungen zu Sandstein und Quarzit, dann die braunkohlenführenden Tone, Letten und weißen Sande. Die Fossilien, die

---

1) Blanckenhorn, Geologie und Topographie der näheren Umgebung Cassels. 1903. S. 38.

man (abgesehen von den Kohlen und sonstigen Pflanzenresten wie Lignit, Bast, Pflanzensamen, Nüssen) speziell in der obern Abteilung zwischen den Tonen und Letten antrifft (im Dorfe Obergrenzebach und am Ringsberg), sind Steinkerne echter Süßwasserkonchylien der Gattungen *Sphaerium, Planorbis, Paludina, Hydrobia.* Innig mit diesen 2 Miozänabteilungen verbunden, z. T. sie noch als dritte Abteilung überlagernd, finden wir endlich fluviatile Geröllschichten oder weiße sandige Tone, weiße Feinsande, intensiv rot gefärbte Tone, Basalttuff und grusigen Basaltkies, worüber erst die Basaltdecken folgen, z. T. wieder unterbrochen von Tuffen und sandigen Tonlagen. Mit den oberen Basaltergüssen schließen dann die festländischen Bildungen der Miozänzeit ab.

Der Beginn der basaltischen Eruptionen fällt zusammen mit dem Ende der Bildung der miozänen Braunkohlen, also der zweiten Abteilung des Miozäns. Von dieser Regel gibt es indessen auch Ausnahmen. So scheint das Doleritlager am Sängeberg auf dem rechten Wälsebachufer, das man auf der Straße von Nieder- nach Obergrenzebach überschreitet, schon den Quarzitsanden als Unterlage zu dienen, sein Erguß würde also zeitlich etwa gerade an die Oligozän-Miozängrenze gelegt werden können. Am Güntersberg im NW von Gudensberg liegt sogar gelber oberoligozäner Meeressand mit fossilführendem Eisensandstein dem Basalttuff und Basalt (Lenzitbasalt) scheinbar transgredierend in breiter Fläche auf. Eine kritische Prüfung läßt hier freilich auch noch die Deutung zu, daß der Basalt intrusiv eingedrungen sei und seinen dünnen Tuffmantel mit dem Sand gehoben habe. Immerhin verdienen diese Vorkommnisse einige Beachtung.

Nach dem Gesagten würde sich folgendes Schema für die Gliederung und Aufeinanderfolge des Tertiärs auf den Blättern Gudensberg und Ziegenhain ergeben:

		Blatt Gudensberg	Blatt Ziegenhain und Schwarzenborn
Miozän		Löcheriger fossilführ. Quarzit und fossilf. Kalklinsen zus. mit Basalttuffen	Basalttuffe, Rote Tone, Feinsande, Basaltkies, Geröllschichten
		Braunkohlen und Ocker führende Tone und weiße Sande	
		Grobe Sande mit Quarziten und Sandstein	
Oligozän	Ober	Petrafaktenreicher Casseler Meeressand	Ton mit Eisensteinkonkretionen
			Grüngelbe glaukonithaltige Sande
	Mittel	?	Limnäenkalk Melanienton
		Septarienton	
	Unter	Melanienton Quarzitsande	fehlt

Sodann hielt Herr Blanckenhorn den Vortrag:

Organische Reste im Mittleren Buntsandstein Hessens.

Die charakteristischste und verbreitetste Formation des Hessenlandes ist der Buntsandstein. Auf allen größeren Wanderungen in unserer Heimat tritt er uns entgegen, so besonders bei Marburg, wo er auch den Untergrund der Stadt bildet.

Bei den Geologen ist er wenig beliebt in anbetracht seiner großen Einförmigkeit in lithologischer Beziehung und seiner Fossilienarmut.

Und doch hat sich beim Fortschreiten der Kartierungsarbeiten gezeigt, daß auch der Buntsandstein manche Abwechslung in der Gesteinsbeschaffenheit bietet, und die Funde der in ihm eingeschlossenen organischen Reste mehren sich zusehends. Freilich muß zugegeben werden, es kehren dabei gewöhnlich dieselben schon bekannten Formen wieder; die Mannigfaltigkeit der organischen Reste bleibt gering, wenn auch immer neue Funde hinzukommen.

Von jeher hat man den Buntsandstein in 3 große Teile gegliedert, den Untern B., den Mittleren oder Hauptbuntsandstein und den Oberen, der in Norddeutschland auch kurz Röt genannt wird. Diese letzte mergelige Abteilung, der Röt, stellt das Übergangsgebilde zum rein marinen Muschelkalk

dar und gilt als erste Ablagerung des hereindringenden germanischen Muschelkalkmeeres. Mit dieser Rötstufe und ihren organischen Resten will ich mich heute nicht beschäftigen, da sie dem eigentlichen Buntsandstein bereits wesensfremd gegenübersteht, ich auch Neues darüber nicht mitzuteilen habe.

Was aus dem Untern Buntsandstein an organischen Resten bisher bekannt geworden ist, ist bald gesagt. Es handelt sich eigentlich nur um Schalen von Phyllopoden, also kleinen, in Salzsümpfen wie süßen Gewässern lebenden Schalenkrebsen der Gattungen *Estheria* und *Estheriella*[1]). *Estheria Albertii* Voltz sp. (= *E. Germari* Beyr.) ist weit verbreitet in den Schieferletten des Untern Buntsandsteins von Thüringen und Norddeutschland (Rüdersdorf). Dazu kommen noch 4 Estheriellen, nämlich *E. costata* Weiß, *E. lineata* Weiß, *E. nodosocostata* Gieb. sp. und *Weissi* Pic. aus dem Untern Buntsandstein von Dürrenberg in der Mansfelder Mulde. Aus Hessen ist meines Wissens bis heute gar kein sicherer organischer Rest bekannt; denn die sonstigen interessanten Erscheinungen auf Plattenunter- und -Oberflächen des Untern Buntsandsteins, z. B. in den Steinbrüchen von Ockershausen-Wernshausen usw., wie die Fließwülste, Tondüten, Rippeln oder Wellenfurchen sind alle unorganischen Ursprungs.

Die Hauptmasse des deutschen Buntsandsteins gehört dem Mittleren Buntsandstein an, der auch als Hauptbuntsandstein bezeichnet wird. Hier begegnen wir schon einer etwas größeren Fülle von pflanzlichen und tierischen Resten. Von Pflanzen sind zu nennen die Lycopodiaceen *Sigillaria oculina* Blanck., *Pleuromeia Sternbergi* Münst. sp., *Germari* Spiek., *costata* Spiek. und *plana* Spiek., von Equisetaceen: *Equisetum Mougeoti*

---

1) Vergl. E. Picard, Über den Unteren Buntsandstein der Mansfelder Mulde und seine Fossilien. Jahrb. d. K. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1908. Bd. XXX, Teil I, H. 3. Berlin 1910.

Brongn. sp. (auch *Calamites arenaceus* Brongn. genannt); die Farnkräuter: *Neuropteridium elegans* Brongn. sp. und *Anomopteris Mougeoti* Brongn.; die Coniferen: *Voltzia heterophylla* Brongn. und *Pinites ramosus* Blanck. Die tierischen Reste zerfallen in marine Lamellibranchiaten: *Gervillia Murchisoni* Gein., mit der die größere sogenannte *Aucella Geinitzi* v. Fritsch wahrscheinlich identisch ist, *Anoplophora* sp., *Pecten?* sp.; Gastropoden: *Turbonilla (?) Weißenbachi* Walth.; Phyllopoden: *Estheria Albertii* Voltz sp. und *laxitexta Sandb., Estheriella nodosocostata* Gieb. sp.; Amphibien, speziell Stegocephalen: *Trematosaurus,* Fährten von Labyrinthodonten *(Chirotherium),* Schildkröten und Ganoidfische. Dieser kümmerlichen Liste vermag ich jetzt noch ein neues, etwas problematisches Fossil zuzufügen, das in Hessen und Württemberg weit verbreitet ist und wohl den Würmern zugerechnet werden muß. Ich komme darauf noch am Schluß zurück.

Der Mittlere Buntsandstein, der auf den geologischen Karten die Signatur sm trägt, zerfällt in Hessen in 2 Hauptteile. Den untern Teil (sm 1) bezeichnen wir als den Mittleren Buntsandstein oder Hauptbuntsandstein im engeren Sinne oder die Stufe der grobkörnigen Sandsteine im Wechsel mit feinkörnigen, dünnplattigen, ebenschiefrigen Sandsteinen und mit losen sogenannten Stubensanden. Der obere Teil (sm 2) ist die (bei uns oft geröllführende) Bausandsteinzone. Auf den geologischen Karten Hessens ist sie häufig unter den Bezeichnungen „obere meist hellfarbige Sandsteine", „vorwiegend weiße, meist kieselige Sandsteine" oder kurzweg „Chirotheriumsandsteine" (im weiteren Sinne) ausgeschieden.

Diese beiden Abteilungen lassen sich wie im übrigen Norddeutschland auch in ganz Hessen mehr oder weniger gut von einander trennen, in Niederhessen und dem angrenzenden südlichen Hannover vielleicht besser und schär-

fer als in Oberhessen, weil uns dort auch außer andern Merkmalen noch Leitfossilien zu Hülfe kommen für beide Abteilungen, nämlich für die untere Abteilung die Gervillien, Estherien und Pleuromeien, für die obere Tierfährten, Amphibienknochen, die erwähnten Wurmspuren, dann Equiseten oder Calamiten, *Voltzia, Neuropteridium* und *Anomopteris.*

Das häufigste Fossil der untern Abteilung sind die Gervillien, kleine Muscheln, deren Steinkerne und Abdrücke die Schichtflächen oft in großen Mengen bedecken. Diese Vorkommen beschränken sich immer auf bestimmte Lagen feinkörniger quarzitischer Sandsteine, die man als Gervillienplatten oder Gervillienhorizont bezeichnet. Solcher Gervillienhorizonte hat man im Mansfeldischen westlich Halle und im Solling zwei unterschieden, einen untern nahe der untern Grenze der untern Abteilung gegen den Untern Buntsandstein und einen an der obern Grenze gegen die Bausandsteinzone hin.

In Hessen hat Denckmann am Ostfuß des Kellerwaldes bei Treysa nur den untern dieser beiden Horizonte wiedergefunden auf den Blättern Gilserberg und Ziegenhain. Mir ist es im letzten Jahre gelungen, auch den obern Horizont reich an guterhaltenen Muscheln nachzuweisen und zwar zunächst auf dem Blatt Schwarzenborn in dem Tal unterhalb des Städtchens Schwarzenborn, wo beide fossilführenden Lager durch ca. 60 m Sandsteine und Sande ohne Gervillien getrennt vorkommen. Der untere dieser beiden Horizonte führt auf Blatt Ziegenhain am Steinatal und auf Blatt Schwarzenborn an der sogenannten Untersten Mühle bei Grebenhagen außer den üblichen Gervillien auch *Estheria Albertii* und *laxitexta;* der oben am Sand südlich vom Eschenberg und auf dem Nordhang der Söhre östlich Schwarzenborn führt nur Gervillien.

Die Reihenfolge der Schichten der im ganzen etwa 70—75 m mächtigen untern Abteilung des Hauptbuntsandsteins (sm 1) verläuft in dieser Gegend folgendermaßen. Der Beginn wird durch das Auftreten der ersten grobkörnigen und

mittelkörnigen, harten, z. T. kieseligen und kaolinhaltigen Sandsteine gegeben. Dieselben wechseln hier mit feinkörnigen, schieferigen Bänken, die sich in ebenflächige Platten spalten lassen, mit roten glimmerreichen Letten und lettigen Sandsteinen ab. Dieser unterste, im ganzen ziemlich widerstandsfähige Komplex von 10—15 m, der auch an einigen Stellen zur Gewinnung von Material für die Aufschüttung von Straßendämmen abgebaut wird, bildet eine steilere Böschung und „Erhebung im Terrain“ [1]). Die Gervillien treten nur in den feinkörnigen, ebenschiefrigen, quarzitischen, etwas glimmerhaltigen Platten auf. Wo solche Bänke von tonigen roten Zwischenlagen begrenzt sind, erblickt man auf ihrer Oberseite in der Regel Wellenfurchen, auf ihrer Unterfläche dagegen die sogenannten Fließwülste in Gestalt von Falten, Schlieren, gekröseartigen Vorsprüngen und unregelmäßigen Höckern, ferner undeutliche Steinsalzpseudomorphosen und Netzleisten, also verschiedene Gebilde anorganischen Ursprungs. Von besonderem Interesse war eine an der Idemühle gefundene Platte, die auf der Unterfläche mit unregelmäßig zerstreuten kleinen behöften Warzen geziert ist, alle Warzen deutlich von einem vertieften, ebenso breiten Ring umgeben. Sie erinnern beim ersten Anblick an die (Negative der) sogenannten fossilen Regentropfen. Letztere hat man sich bekanntlich auf verschiedene Weise gedeutet. 1. durch Aufschlagen einzelner dicker Wassertropfen oder Hagelkörner auf austrocknende Schlammschichten, 2. durch Wasserwirbel, welche von den auf den Wasserspiegel von Pfützen niederfallenden Regentropfen erzeugt wurden, nach unten gingen und dann auf dem Boden der Pfützen in Vertiefungen ausstrudelten [2]), 3. durch aufsteigende Luftblasen, 4. durch die äsende Tätigkeit kleiner

---

1) Vergl. Öbbecke, Mitteilung über Aufnahme der Sektion Neukirchen im Jahrb. d. K. Pr. Geol. Landesanst. f. 1886, S. LVI.

2) E. Kayser, Lehrbuch der Geologie. I. Teil, Allgem. Geol. 4. Aufl. 1912, S. 156.

Fischchen, die im Sande ihre Nahrung picken[1]). Aber die vorliegenden Warzen unterscheiden sich wesentlich durch das Fehlen einer zentralen Vertiefung mit erhöhtem Wall ringsum, anstelle deren hier der zentrale Warzenkegel tritt, und die regelmäßige Umgürtung durch den vertieften Hof. Sie sind also eher das Gegenstück der 'fossilen Regentropfen" oder „Äsungslöcher". Aber auch von dem Aussehen der negativen Abdrücke der Regentropfen weichen sie ab durch stärkere Skulptur der Warzen im Gegensatz zu der bei jenen üblichen flachen Halbkugelform und durch die Breite des vertieften Hofs. Über ihre Entstehung habe ich noch keine befriedigende Erklärung finden können. Die Estherien *(E. Albertii* und *laxitexta)* setzen innerhalb der dunkelroten ungewöhnlich glimmerreichen sandigen Letten.

Hat man diese untere feste Zone überschritten, so gelangt man in eine Region, wo die feinkörnigen schiefrigen Bänke mit losen Sanden, dem sogenannten Stubensand und einigen Schieferletten wechseln, dagegen gröbere Sandsteine ausbleiben. Hier fehlen organische Reste außer vereinzelt auftretenden Stammstücken von Pleuromeien *(Pleuromeia Sternbergi?).*

Die Stubensande nehmen nach oben zu, bis man endlich in den o b e r e n Gervillienhorizont eintritt, womit die Abteilung schließt. Diesen obern Gervillienplatten sind keine Lettenbänke eingeschaltet, weshalb auch Estherien ganz fehlen.

Wir haben also nach den Leitformen drei Regionen: die untern Bänke mit Gervillien u n d Estherien, die mittleren mächtigen Lagen mit *Pleuromeia,* endlich die obere Bank mit *Gervillia* o h n e Estherien.

Sehen wir uns zum Vergleich nach andern entsprecheden Vorkommen in Norddeutschland um, so finden wir die u n-

---

1) D ö r p i n g h a u s, Fossile Äsungslöcher, eine Erklärung der fossilen Regentropfen. Monatsb. d. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 67. 1915. S. 191.

tern Gervillienbänke mit den *Estheria* führenden Schieferplatten in gleicher Ausbildung im Solling[1]) am Homburgwald, im Vogler, am Kienenkopf südöstlich Escherhausen und am Görtsberge bei Heinrichshagen, ferner in der Mansfelder Mulde zwischen Wörmlitz und Beesen.

Ein Äquivalent der höheren Sandsteinbänke mit *Pleuromeia* haben wir zwischen Halle und Nietleben in Wüsts[2]) sogenannten „Unteren Zwischenschichten", die dort *Pleuromeia Sternbergi, Anoplophora* und Estherien führen.

Die oberen Muschelbänke mit *Gervillia* unter der Bausandsteingrenze erkennen wir wieder in den obern Gervillienschichten der Warburger Gegend (nach Stille), des Solling in der Umgebung von Volperiehausen am Kesselberg oberhalb Bollensen, am Großen Streitrodt und in der Schachtbohrung von Hildasglück bei Altenhöfe, im Eichsfeldgebiet[3]) von Waake und Gelliehausen südöstlich Göttingen, endlich in der Mansfelder Mulde in den „Oberen Zwischenschichten" *Wüsts* und in der Umgegend von Roda im östlichen Thüringen, südöstlich Jena, 70 m unter der Rötgrenze.

Besonders einleuchtend ist die Parallelität der Entwicklung des Hauptbuntsandsteins bei Schwarzenborn mit der in der Mansfelder Mulde unter Zugrundelegung von Wüsts Gliederung.

Es gibt also jetzt 3 Plätze in Norddeutschland, an denen beide Gervillienlagen deutlich festgestellt wurden, der Solling, das Knüllgebirge und die Mansfelder Mulde. Wenn man im Buntsandsteinterrain zwischen diesen 3 Plätzen bisher jene

---

1) O. Grupe, Zur Stratigraphie des Tons im Gebiete des oberen Wesertals. 4. Jahrb. d. Niedersächs. geol. Ver. zu Hannover. 1911. S. 24.

2) E. Wüst, Die Fossilienführung des Mittleren Buntsandst. d. Mansfelder Mulde. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 79. Leipzig 1907. S. 124.

3) Th. Ebert, Über die Art des Vorkommens und die Verbreitung von Gervillia Murchisoni im Mittleren Bunts. Jahrb. d. Kgl. pr. geol. Landesanstalt f. 1888, S. 237.

Mansfelder Mulde (nach Wüst a. a. O. S. 124)	Knüllgebirge (nach Blanckenhorn)	
Obere Sandsteine, dicke Sandsteinbänke vorherrschend 80 m	Bausandsteinzone 60—70 m	
Obere Zwischenschichten mit den oberen Estherienbänken, Fischbänken und oberen Muschelbänken mit *Gervillia*, *Aucella* 45 m	Oberer Gervillienhorizont 3 m	
Mittlerer Sandstein 110 m	Stubensande	50—60 m
Untere Zwischenschichten. Schieferletten mit dünnen Sandsteinbänken mit Estherien und *Pleuromeia Sternbergi* 25 m	Wechsel von dünnen feinkörnigen kieseligen Sandsteinbänken, groben Sanden und Schieferletten, *Pleuromeia Sternbergi*	
Untere Sandsteine. Dickbankige Sandsteine, darin Untere Muschelbänke-dünnplattige Sandsteine mit Schieferletten. Gervillien und Estherien 15 m	Rote grobkörnige Sandsteinbänke im Wechsel mit feinkörnigen voll Gervillien und roten Schieferletten mit Estherien 10—13 m	

Fossilreste (abgesehen vom Eichsfeld und der Warburger Gegend, wo wenigstens die Gervillien des obern Horizontes beobachtet wurden) nicht angetroffen hat, so liegt das meiner Ansicht nach nicht allein daran, daß sie hier nicht vorkämen, sondern vor allem, daß man sie nicht überall mit genügender Ausdauer gesucht hat und daß man nach meiner eignen Erfahrung immer viele Steine zerklopfen muß, bis man endlich auf die richtige Stelle kommt. Mir selbst steht für dies Jahr die Aufgabe bevor, noch den nordöstlichen Teil des Blattes Schwarzenborn und die ganzen Blätter Neukirchen und Niederaula, wo viel Buntsandstein verbreitet ist, zu begehen und zu kartieren, und ich gebe mich der Hoffnung hin, daß es mir

doch gelingen wird, hier oder da weitere Funde von organischen Resten im Mittleren Buntsandstein zu machen.

So trage ich denn kein Bedenken, die beiden Lagen mit den Gervillien als wirkliche durchgehende Horizonte ganz wie bei andern geologischen Formationen anzusehen und in ihnen den Ausdruck eines bestimmten Abschnitts der Buntsandsteinepoche zu erkennen, nicht blos den Ausdruck einer bestimmten Fazies, der Fazies der Sedimente kleiner Wüstenseen. Ich vertrete in dieser Hinsicht eine andere Auffassung als Joh. Walther[1]) und E. Wüst, welche als Anhänger der Entstehung des Buntsandsteins als echter Wüstenbildung natürlich den Fossilienvorkommnissen des Buntsandsteins wenig Bedeutung zumessen und da, wo in Anbetracht der Muschelbänke eine wässrige Entstehungsweise nicht geleugnet werden kann, immer nur lokal beschränkte Wüstenseeen zulassen, letztere sollen nach Art der abflußlosen Salzseeen, die Sven Hedin im Lobnor-Becken in der zentralasiatischen Wüste beobachtete, in Lage und Ausdehnung einem schnellen Wechsel unterliegen, jedenfalls die Beständigkeit eines leitenden Horizontes vermissen lassen. Die sogenannten Wüstenseen vom Knüllgebirge und Treysa, von Warburg, vom Solling, dem Eichsfeld, von Roda und der Mansfelder Mulde bis Halle, in denen die Gervilliamuscheln lebten, waren gleichzeitig und standen in Verbindung mit einander. So war das schon ein ganz bedeutender Binnensee, der vom Kellerwald bis zum Solling und bis Halle und Roda in Ostthüringen reichte. Er maß ca. 240 klm im Durchmesser. Sein Wasser war salzig, wie die freilich spärlichen Steinsalzpseudomorphosen, die ich sowohl bei Treysa als auf Blatt Schwarzenborn an mehreren Stellen in diesen Schichten beobachten konnte, beweisen.

---

1) J. Walther, Über die Fauna eines Binnensees in der Buntsandsteinwüste, Centralblatt für Mineralogie usw. 1904, S. 5—12. — Das Gesetz der Wüstenbildung. 1912. S. 90.

Ich gehe nun zur Besprechung der Fossilführung des Bausandsteins, d. h. der obern Abteilung des Hauptbuntsandsteins über. Dieselbe ist in Norddeutschland geringer als die der tiefern Abteilung und beschränkt sich in der Regel auf Pflanzenreste und die Fährten von Wirbeltieren, namentlich des Handtieres *Chirotherium Barthi,* wonach auch die ganze Abteilung als Chirotheriensandstein bezeichnet wird. An dem ersten und bekanntesten Fundort, den Brüchen von Friedrichsanfang bei Weitersrode zwischen Hildburghausen und Harras in Westthüringen liegen diese „Heßberger Fährten" in einer 15 m starken Oberstufe des Mittleren Buntsandsteins direkt unter dem Röt. Die Lage wird von Zimmermann[1]) als „Bau- oder Chirotheriensandstein" bezeichnet. Es sind feinkörnige helle, oft dunkel getüpfelte Sandsteine, welche gelegentliche sogenannte Carneolknollen führen, im Wechsel mit grobkörnigen, selbst konglomeratischen Lagen und grünlichen Letten. Nach S. zu nimmt die Mächtigkeit dieses Chirotheriensandsteins im engeren Sinne ab.

Bei Mellrichstadt im SO. der Rhön, wo sie zu 3,14 m. angegeben werden, liegen sie über dem Plattensandstein, dem Äquivalent des süddeutschen Voltziensandsteins.

An dessen Basis erscheint nun im Spessart und Odenwald ein zweiter Carneolhorizont mit gemischten veränderlichen Schichten, auch mit Dolomitknollen, der wie der obere auch als Chirotheriensandstein bezeichnet wird. Er bildet in Süddeutschland die Scheide Oberen Buntsandsteins gegen den Mittleren oder Hauptbuntsandstein, der oben mit dem Hauptkonglomerat abschließt. Im Schwarzwald gehört diesem tieferen Horizont eine wichtige „horizontbeständige" Schicht an, die Axel Schmidt[2]) als Buntsandsteinbonebed bezeich-

1) Zimmermann, Schriften d, Vereins f. Sachsen-Meiningische Gesch. u. Landesk. 43. Heft. Geologie. Hildburghausen 1903. S. 439.

2) A. Schmidt, Über Fossilhorizonte im Buntsandstein des östlichen Schwarzwaldes. Mitt. d. Geologischen Abteilung des Kgl. württ. Stat. Landesamtes. Stuttgart 1910.

nete und die nach ihm über nicht weniger als 10 Kartenblätter verfolgt werden konnte.

Wir haben also im ganzen 2 Chirotheriensandsteine bezw. Carneolhorizonte, einen unteren und einen oberen, die oft miteinander verwechselt werden. Das hat in der Stratigraphie des Buntsandsteins zu Mißverständnissen und Irrtümern geführt, namentlich wegen des Umstandes, daß der untere dieser Horizonte in Süddeutschland als abschließendes Glied des Mittleren Buntsandsteins betrachtet wird, in Norddeutschland aber erst der obere.

Zur Klarstellung dieser Verhältnisse müssen wir auf einen Typus in der Buntsandsteinentwicklung zurückgreifen, von dem wir ausgehen. Diesen Typus können wir nur da suchen, wo sowohl das wichtige Hauptkonglomerat des Hauptbuntsandsteins, als die beiden Carneol- oder Chirotheriumhorizonte, zwischen letzteren noch der Platten- oder Voltziensandstein und oben außerdem noch die Röttone voll entwickelt sind: und das ist an der Haardt, im Odenwald und Spessart, also im Zentrum des deutschen Buntsandsteingebiets der Fall. Von da aus haben wir die einzelnen Glieder so gut es geht gegen S, W und N zu verfolgen.

Grupe[1]), der neuerdings die Gliederung des Deutschen Buntsandsteins im ganzen mehrfach behandelte, hat die beiden verschiedenen Chirotherienhorizonte nicht scharf genug auseinander gehalten, so daß seine Gliederungstabelle des Deutschen Buntsandsteins ganz unverständlich wird und mehrfach verbesserungsbedürftig erscheint.

Den oberen Chirotheriensandstein hat man auch den „fränkischen" Ch. genannt. Man könnte ihn aber mit mindestens dem gleichen, ja noch mehr Recht den „thüringischen"

---

1) Grupe, Über die Gliederung des Deutschen Buntsandsteins. Protokoll üb. d. Vers. d. Direktoren d. Geolog. Landesanstalten der Deutsch. Bundesstaaten. 8. Tagung. Eisenach 1911. — Zur Gliederung des Deutsch. Buntsandsteins. Jahrb. d. Königl. Preuß. Geol. Land. f. 1912. Bd. XXXIII I, 3. Berlin 1912, S. 397.

nennen, da die zuerst bekannt gewordenen und bedeutendsten Funde von Chirotherienfährten bei Hildburghausen in Thüringen liegen und die betreffenden Schichten auch dort, wie oben gesagt, den Röt direkt unterlagern ebenso wie in Franken (Spessart).

Wie stellen sich nun die Verhältnisse in Hessen, in der der preußischen Provinz Hessen-Nassau dar? Auch bei uns gibt es derartige Tierfährten und zwar meines Wissens hauptsächlich an 2 Stellen: im SW von Fulda auf den Blättern Großenlüder und Neuhof und an der äußersten Nordgrenze des Hessenlandes bei Carlshafen.

In der Fuldaer Gegend ist das bedeutendste Vorkommen von Tierfährten wohl das in den Steinbrüchen oberhalb des Dorfes Harmerz am Wege nach Neuhof. A. Wagner[1]), Reallehrer von Fulda, gibt hier die Lage an als mindestens 100' unter dem Röt. Danach würde das Vorkommen, wie schon Eck[2]) betont, gar nicht den sogenannten Chirotherienschichten an der oberen Grenze des Mittleren Buntsandsteins, sondern schon dem eigentlichen Mittleren Buntsandstein zuzuweisen sein. Bei den andern Fundorten jener Gegend, an der Kirche von Istergiesel (Blatt Großenlüder), Steinbruch im SO von Opperz-Neuhof (Blatt Neuhof) und zwischen Opperz und Niederkallbach 3 Stunden südlich Fulda ist die relative Lage nicht genau bekannt, doch dürfte sichs da wohl um die gleiche Schicht handeln. Denn wir lesen bei A. Wagner: „Die Art des Vorkommens an beiden zuletzt genannten Fundorten scheint vollkommen mit dem zu Harmerz übereinzustimmen". Auf Blatt Fulda gibt Bücking[3]) die Mächtigkeit der oberen Stufe des Mittleren Buntsandsteins oder Chirotheriumsandsteins schlechtweg (sm 2), die er in den

1) A. Wagner, Thierfährten im Buntsandstein von Fulda bis Würzburg. N. Jahrb. f. Min. 1860, S. 693.

2) Eck, Salzschlirf unweit Fulda. Jahrb. d Kgl. Preuß. Geol. Land. f. 1901. Bd. XXII, Heft 2, Berlin 1902, S. 223.

3) Bücking, Erläuterungen zu Blatt Fulda. Berlin 1911.

(Pilgerzeller) Bausandstein und den eigentlichen Chirotheriensandstein (im engern Sinne) gliedert, zu 20—40 m an. Wenn wir anstelle der Wagnerschen Angabe von 100' die Zahl 30 oder 31 m setzen, kommen wir also vielleicht grade an die Basis des (Pilgerzeller) „Bausandsteins".

Übrigens bedarf die Zugehörigkeit der dortigen Fährten zu *Chirotherium Barthi* noch sehr der Prüfung. Die von Istergiesel zeichnen sich nach O. Speyer [1]) durch deutliche sichtbare Spitznägel aus. Bei den jetzt im Fuldaer Museum aufbewahrten Fährten von Neuhof [2]) fällt an der Oberfläche besonders das eigentümliche Chagrinartige wie bei der Haut von Kröten auf, was man sonst bei *Chirotherium Barthi* meines Wissens nicht beobachtet hat.

Bei Karlshafen in Niederhessen an der Weser liegen die Fährten auch mindestens 20 m unter der Oberkante des Bausandsteins, vermutlich in dessen Unterhälfte oder Basisregion. Zum Teil sind es typische Chirotheriumfährten, zum größeren Teil aber Fährten von kleinen Dimensionen, die von Schildkröten herrühren können [3]).

Auch in Südhannover hat man mit Chirotherienfährten bedeckte Platten gefunden, aber auch da nicht an der Grenze gegen den Röt, sondern „in verschiedenen Horizonten des untern Mittleren Buntsandsteins an der Wöseker Sommerhalte südöstlich Bollensen und am Wöhlerberg nordwestlich Volpriehausen", am letzten Ort zusammen mit „Kehlbrustplattenab-

---

1) O. Speyer, Die paläontologischen Einschlüsse der Trias in in der Umgebung Fuldas. 2. Ber. d. Ver. f. Naturk. in Fulda. 1875. S. 43—87.

2) Tasche-Gutberlet, Geolog. Spezialkarte des Groß. Hessen. Sektion Herbstein—Fulda Darmstadt 1863, S. 65.

3) Hornstein, Belegmaterialien zur Geologie der Umgegend von Cassel. Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Gesellsch. 1902, S. 118. — Blanckenhorn, Geologie und Topographie der näheren Umgebung Cassels. Festschr. z. 75. Vers. Deutsch. Naturforscher und Ärzte in Cassel 1903, S. 7 und Fig. 1.

drücken und Schädelfragmenten von *Trematosaurus* und Ganoidfischen". Das genaue Niveau gibt Grupe[1]) leider nicht an, ob sie etwa auch hier an der Grenze von Hauptbuntsandstein sm 1 und dem Bausandstein sm 2 liegen. Das Äquivalent des höheren (fränkischen) Chirotheriumsandsteins bildet in Hannover jedenfalls ein 12—15 m mächtiger Komplex von „Tonigen Grenzschichten (sm 3) ohne Versteinerungen".

Der Name Chirotherienschichten ist also in Hannover für die Grenzlagen unter dem Röt ebensowenig angepaßt als in Hessen. Will man in Hessen von Chirotheriensandstein sprechen, so sollte darunter höchstens die untere oder Basisregion des Bausandsteins verstanden werden, die etwa mit den untern Chirotherium- und Carneolschichten Süddeutschlands zusammenfallen. Die letztere Annahme (dieses Zusammenfallens) ist freilich vorläufig noch eine Hypothese, die noch weiterer sicherer Stützen bedarf. Dazu sind vor allem noch genauere Aufnahmen und speziell dahingehende Studien auf den Blättern Neuhof, Großenlüder[2]) und Karlshafen nötig. Bestätigt sich diese meine Annahme vom Alter der Fährten der Umgegend von Fulda und Karlshafen, so könnte man die Lage wohl als „hessischen Chirotheriumsandstein" oder noch richtiger „hessischen Fährtensandstein" (da ja der größere Teil der Fährten kaum zum eigentlichen *Chirotherium Barthi* gehört) bezeichnen. Dieser Ausdruck erscheint passender als die Bezeichnung „niederhessischer Chirotheriumsandstein", den Grupe neuerdings vorgeschlagen hat, dem die Vorkommen bei Fulda noch unbekannt blieben, und der übrigens dabei auch gar nicht an das Vorkommen von Karlshafen gedacht

---

1) Grupe, Zur Stratiographie der Trias im Gebiete des oberen Wesertals. 4. Jahresber. d. Niedersächs. geolog. Ver. zu Hannover 1911, S. 25.

2) Mein erster Arbeitsbericht über meine Aufnahmen der Osthälfte des Blattes Großenlüder ist leider ungedruckt geblieben, doch werde ich für eine baldige nachträgliche Veröffentlichung desselben (im Jahrb. d. Königl. Geol, Landesanst.) Sorge tragen.

bezw. dasselbe richtig beurteilt hat. Denn Grupe verzeichnet in seiner Gliederungstabelle im Profil von „Niederhessen" den (niederhessischen) „Chirotheriensandstein" ausdrücklich über dem Bausandstein an der Rötgrenze und erwähnt die Chirotherienfährten bei Karlshafen beim „Bausandstein", nicht bei seinem „Chirotheriensandstein". Leider tritt diese tatsächlich dem Bausandstein zugehörige hessische Fährtenlage in Hessen und Hannover petrographisch gewöhnlich nicht irgendwie hervor, die betreffenden Schichten unterscheiden sich kaum von dem sie umgebenden bezw. überlagernden Komplex der „Bausandsteinzone" und deshalb hat letztere bei uns noch keine weitere Gliederung erfahren im Gegensatz zu Süd- und Westdeutschland, wo der Untere Chirotheriensandstein als Karneol- und Dolomithorizont oder als „Zwischenschichten" mit gemischten, schnell in der Korngröße und sonstiger Beschaffenheit wechselnden Schichten bei der Gliederung eine wichtige Rolle spielt. Deswegen ist auch die genaue Parallelisierung der einzelnen Buntsandsteinschichten Hessens und Hannovers mit denen Süddeutschlands z. B. des Spessart noch schwer und unvollkommen durchgeführt.

An dem fossilreichsten Fundort des Bausandsteins in Niederhessen bei Karlshafen traf ich [1]) auch in einem höheren Niveau über der Fährtenregion eine ganze Anzahl Pflanzenreste, unter denen *Calamites arenaceus, Neuropteridium elegans* und *Voltzia heterophylla* sicher bestimmt wurden. Das sind die charakteristischen Formen des Voltziensandsteins West- und Süd-Deutschlands, der dort zwischen dem Unteren und Oberen Chirotherienhorizont gelegen die Stufe des Oberen Buntsandsteins einleitet. So wird uns schon der Gedanke nahe gelegt, daß der Teil des Bausandsteins, der über den Fährtenplatten von Karlshafen folgt, das Äquivalent des Voltziensandsteins bezw. des württembergisch-bayerischen Plattensand-

1) Blanckenhorn, Die fossile Flora des Buntsandsteins und Muschelkalks der Umgegend von Commern. Palaeontographica XXXII, S. 145.

steins sei. Die Ablagerung des Voltziensandsteins hat bekanntlich (besonders in den Vogesen und bei Commern) den weitaus überwiegenden Teil der fossilen Flora des Buntsandsteins geliefert. Ihr, bezw. dem gleichaltrigen Plattensandstein gehört auch ein von A. Schmidt (a. a. O. S. 9) besprochener Fossilhorizont im östlichen Schwarzwald an, der ca. 5 m unterhalb der Röttongrenze nur pflanzliche Fossilien in reichlichster Menge enthält *(Anomopteris Mougeoti, Pinites* cf. *ramosus, Equisetites Brongniarti* und *arenaceus, Calamites remotus* und *Megaphyton (Lepidodendron) Allani).*

Auch in lithologischer Beziehung hat der obere, in Werksteinbrüchen vielfach erschlossene Teil der Bausandsteinzone Hessens oft eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Voltziensandstein. Das wird jeder zugeben, der den Voltziensandstein aus eigner Anschauung kennt und in hessischen Bausandsteingebieten kartiert. Mir ist diese Ähnlichkeit besonders in der Umgegend von Schwarzenborn aufgefallen; sie spricht sich namentlich in dem in dieser Zone vorwiegenden violetten Farbenton, in dem Glimmerreichtum dem (ehemaligen, heute meist ausgelaugten) Kalkgehalt und dem tonig dolomitischen Bindemittel aus.

Es bleibt mir zum Schluß noch übrig, Ihre Aufmerksamkeit auf ein problematisches Fossil des oberen Bausandsteins zu lenken, das erst in letzter Zeit speziell in Württemberg mehrfach Beachtung gefunden hat, dessen wahre Natur aber bisher noch nicht richtig gedeutet wurde. Ich beschrieb dasselbe zuerst im Jahre 192 aus der Gegend von Ostheim v. d. Rhön, wo ich es in einem Steinbruch im Bausandstein (von mir damals Chirotheriumsandstein im erweiterten Sinne genannt) dicht unter dessen Kugelhorizont nahe am Rappbacher Brunnen gefunden, und gab auch eine Abbildung der betreffenden Platte in ⅔ der nat. Größe [1]). Später fand ich dasselbe Fossil in

1) Blanckenhorn, Über drei interessante geologische Erscheinungen in der Gegend von Mellrichstadt und Ostheim vor der Rhön. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges., Bd. 54, Heft 2, 1902, S. 102—2.

Niederhessen auf allen von mir kartierten Blättern, soweit sie Bausandstein in größerer Ausdehnung enthalten, wieder, so auf Blatt Gudensberg bei Wolfershausen in einem Werksteinbruch auf dem rechten Ederufer, auf Blatt Ziegenhain [1]) im N von Treysa und im letzten Jahre noch auf Blatt Schwarzenborn bei Seigertshausen. Alle diese Vorkommnisse gehören dem Bausandstein und zwar etwa dessen Mittelregion an. Die genauere Lage kann, da die Platten in keinem einzigen Falle bis jetzt anstehend angetroffen wurden, leider nicht angegeben werden.

Es handelt sich um Platten aus karmoisonrotem, festem, mittelkörnigem Sandstein mit kieselig tonigem Bindemittel, deren Oberfläche eigentümliche Eindrücke aufweist. Man bemerkt zahlreiche strichförmige, 20—25 mm lange, 2—5 mm breite Furchen bis 8, ja 10 mm tief eingeschnitten. Die tiefste Stelle der Furchen liegt meist in der Mitte, von da steigt der Grund der Furche bogig zu den Enden empor, so daß der Raum der Höhlung einen Kreisabschnitt oder ein Hufeisen bildet. Es sieht aus, als seien die Furchen mit einem meißelartigen Instrument mit halbkreisförmiger Schneide in den Stein getrieben. Deutlich bemerkt man bei vielen Furchen Erweiterungen an den Enden. Die Wände der Furchen sind steil, einander parallel oder nähern sich in der Mitte der Wand, um sich unten wieder von einander zu entfernen.

Auf einer Fläche von 1 qdcm konnte ich 36 Furchen in allen Richtungen zählen. Sie stehen regellos kreuz und quer; manchmal gruppieren sich 3 zur Form eines dreizehigen Vogelfußes, doch ist das offenbar nur Zufall, und man tut unrecht, hier von Dinosaurierfährten zu sprechen, wie ich das selbst zuerst getan. Die Ausfüllungsmasse der Höhlungen besteht, soweit solche überhaupt existierte, nicht aus Ton, sondern aus

---

1) Blanckenhorn, Tertiär und Basalte auf der Südhälfte des Blattes Ziegenhain. Jahrb. d. Kgl. Geol. Land. für 1914, Bd. XXXV, Teil II 3. Berlin 1915, S. 585.

ganz lockerem, schmutzigem Sand oder sandiger Erde, die auch später hineingeraten sein kann. Von dem Anblick, den die Platten gewöhnlich bieten, gibt meine Abbildung (in der Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1902, Heft 2, S. 103) sowie zwei von Bräuhäuser[1]) veröffentlichte Bilder einen guten Begriff.

Die beste Platte, welche auch zur besten Erklärung des Problematikums führte, war die im Jahre 1914 bei Wolfershausen an der Eder gefundene, an deren Seite auch mehrere Höhlungen im Längsschnitt erhalten waren. Deutlich erschien hier der genau halbkreisförmige Umriß der Höhlungswände und die Erbreiterung der Höhlung an der bogigen Umrandung, die so als hufeisenförmige Röhre erkennbar wurde[2]). In diesen Röhren lag z. T. noch ein aus Steinmasse bestehender Kern, der an der Oberfläche der Platte als niedriger Warzenkegel aufragte. So gewann die Furche von oben gesehen die Form einer Hantel o—o mit zwei Knoten an ihren Enden. Derselbe Vergleich würde für den Horizontalschnitt (zwischen der Plattenoberfläche und der untern Peripherie) der Furche passen.

Diese charakteristische Gestalt führte Herrn K. Andrée, dem ich die Probe vorlegte, und mich zu der Meinung, daß hier eine Wurmspur mit zwei Ausgängen an der Oberfläche vorlag, wie sie die zu der Annelidengruppe der Chaetopteriden gehörige Gattung *Arenicola* (z. B. in den Watten der Nordsee) senkrecht in den Boden gräbt. Diese Würmer wühlen sich in den sandigen oder schlammigen Grund eine U-förmige oder mond- bis halbkreisförmige Höhlung, in der sie hin und

---

1) M. Bräuhäuser, Über Fährtenplatten im oberen Buntsandstein des württembergischen Schwarzwaldes. N. Jahrbuch f. Miner. 1910, II. Stuttgart 1910, Taf. II.

2) Photographische Abbildungen dieser Wolfershäuser Platte wird demnächst Prof. K. Andrée in einer Besprechung dieser und ähnlicher Problematika bringen.

her rutschen und bald am einen Ende, bald am andern hervortauchen.

Solche U-förmigen Röhren hat man fossil schon in allen möglichen Formationen, im Kambrium, Karbon, Trias, Jura und Eozän festgestellt. Sie laufen hier unter den Namen *Corophioides, Gyrolithes* und *Rhizocorallium.* Theodor Fuchs hat sie in seiner hochinteressanten Abhandlung: Studien über Fucoiden und Hieroglyphen, (Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Math. nat. Cl. Wien 1895) zusammengestellt, beschrieben und in einleuchtender Weise als Wurmspuren erklärt. In unserer Trias kennen wir sie als *Rhizocorallium Jenense* des Röt, das freilich nicht immer senkrecht zur Schichtfläche gestellt ist, sondern ebenso oft auch schräg oder horizontal in dieser liegt.

Jedenfalls bestehen einige Beziehungen zu den Rhizocorallien und man könnte unsere vermuteten Würmer des Buntsandsteins gewissermaßen als Vorläufer der späteren Rhizocorallien betrachten. Im Sinne dieser Deutung und der vorstehenden Beschreibung möchte ich sie den hufeisen- oder mondförmigen Sandwurm (des oberen Bausandsteins) oder *Arenicoloides luniformis* n. sp. nennen.

Wer einmal diese meist unscheinbaren Gebilde gesehen und ihre doch charakteristische Gestalt sich eingeprägt hat, wird sie auch leicht bei schlechter und unvollkommener Erhaltung wiedererkennen. So zweifle ich nach meinen Erfahrungen in den drei letzten Jahren nicht daran, daß ich ihnen auch weiterhin begegnen werde im genau gleichen Horizont des mittleren Bausandsteins in Hessen.

Der Hauptwert dieses Fossils ist ein stratigraphischer: es wird weniger dem Palaeontologen als dem kartierenden Geologen von Nutzen sein und in Ermangelung anderer Fossilien Freude bereiten. Vor allem wird es beitragen können zu einem schärferen Vergleich mit dem süddeutschen Buntsandstein. Denn grade dieses Fossil ist auch in großen Teilen Badens und Württembergs verbreitet und dort unter dem

Namen „Hühnertrappen“ bekannt, weil die Platten einer Schlammfläche, auf der Hühner herumgelaufen sind, ähnlich aussehen. Schon Platz[1]) waren solche im Taubertal bei Wertheim aufgestoßen. Bräuhäuser[2]), Axel und Martin Schmidt[3]) haben sie dann näher beschrieben und ihre weite Verbreitung im nördlichen, mittleren und südlichen Schwarzwald auf den Blättern Simmersfeld (zwischen den Tälern der Nagold und obern Enz und bei Simmersfeld), Schramberg und Donaueschingen festgestellt. Nach Bräuhäuser liegen sie 10—15 m über dem Hauptkonglomerat innerhalb des Plattensandsteins und bilden da einen beständigen Horizont, der nach A. Schmidt noch unter der „dritten, ebenfalls vollkommen horizontbeständigen Schicht“ mit den pflanzlichen Fossilien zu denken ist. Dem Plattensandstein, bezw. dem im Alter entsprechenden Voltziensandstein fallen also zwei Fossilhorizonte zu, ein tieferer mit den Wurmspuren *(Arenicoloides)*, ein höherer mit Pflanzenresten. Es gilt nun diese beiden auch in Norddeutschland in der gleichen Reihenfolge wiederzufinden und zwar innerhalb der Bausandsteinzone zwischen dem Untern Chirotheriumhorizont, der selbst in seiner Lage dem erwähnten süddeutschen Knochenlager entspricht, und dem Obern Chirotheriumhorizont an der Basis des Röt.

Bestätigen sich die hier aufgestellten stratigraphischen Vermutungen durch weitere Funde, so ergäbe sich vielleicht, daß es nicht ganz richtig ist, den Voltzien- und Plattensandstein Süddeutschlands einfach als Vertreter des untern oder des ganzen Röt anzusehen. Vielmehr entspricht er dem Bau-

---

1) Verhandl. d. naturw. Ver. in Karlsruhe, 3. Heft, 1869, S. 59.

2) M. Bräuhäuser, Über Fährtenplatten im oberen Buntsandstein des württembergischen Schwarzwaldes. N. Jahrbuch f. Miner 1910, II, S. 123.

3) M. Schmidt, Zur Deutung zweier Problematika des Buntsandsteins. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrhein. Geolog. Vereins. Neue. Folge, 1 2, S. 43—46. 1911.

sandstein. Beschränkt man, wie es in Norddeutschland üblich ist, die Abteilung des Obern Buntsandsteins auf den Röt und legt seine untere Grenze in den Oberen Chirotheriensandstein, so müßte konsequenterweise auch in Süddeutschland der Platten- und Voltziensandstein — als das Äquivalent des obern Bausandsteins — dem Mittleren Buntsandstein zugerechnet werden, und es wäre eine Umschreibung der Signaturen einzuführen. Der Voltziensandstein dürfte nicht mehr wie jetzt als „so" bezeichnet werden.

Entscheidet man sich aber für Beibehaltung und Verallgemeinerung der süddeutschen Gliederung, so wäre in Norddeutschland die Basis des Oberen Buntsandsteins vielfach tiefer zu legen und zwar bis in den untern Fährten- oder Chirotheriensandstein in der untern oder Basisregion der Bausandsteinzone, derart, daß alle Schichten derselben mit organischen Resten, namentlich Fährten, Knochen, Wurmspuren und Pflanzen noch dem Obern Buntsandstein zufielen und wie der Voltziensandstein des Südens die Signatur so 1 erhielten. Freilich würde eine solche Scheidung in den Gebieten, wo organische Reste und besonders die Chirotheriumfährten fehlen und der Bausandstein von unten bis oben keine merkliche Differenzierung zeigt, auf große Schwierigkeiten stoßen, ja undurchführbar erscheinen.

Noch ein Wort sei mir gestattet über die Bildungsweise der Chirotheriensandsteine im engeren Sinne. Ich habe schon früher [1]) einmal an der Hand von Profilen die auffallende Ähnlichkeit der (obern) Chirotheriumschichten, wie ich sie bei Oberbimbach zwischen Fulda und Großenlüder entwickelt fand, mit den Pliozänbildungen auf Blatt Großenlüder, Hünfeld und Ostheim v. d. Rhön hervorgehoben. In beiden Formationsstufen ein schneller Wechsel von Sanden, Sandstein

1) Blanckenhorn, Geologische Aufnahmen in der Gegend von Großenlüder, Salzschlirf, Fulda und Neuhof im Sommer 1907. Jahrb d. Kgl. Geol. für 1908. Berlin 1911, S. 458.

verschiedenen Korns, Gerölllagen, plastischem Ton, Letten-schiefer und Eisensandstein. Daraus glaubte ich auf gleiche Entstehungsart der Chirotheriumsandsteine und dieses Pliozäns mit *Mastodon arvernensis* und *Borsoni* unter ähnlichen Bedingungen schließen zu müssen. Beide sind kontinentale, aber fluviolakustre Übergangs-Bildungen. Das gilt auch für die Äquivalente der Chirotheriumzone, die „Zwischenschichten" der Hardt und des Elsaß, die von mir wegen ihres Gesteinswechsels sogenannten „Gemischten Schichten" am Nordrand der Eifel [1]) und den Knochenhorizont Schmidts im Schwarzwald.

Als eine echt aquatische Bildung muß ebenfalls die *Arenicoloides*-Platte erklärt werden, wenn man unsere Deutung der beschriebenen Höhlungen als Spuren bohrender mariner Arenicola-ähnlicher Würmer in einem seichten Flachmeer, das nach Art der Watten einem Kontinent vorgelagert ist, annimmt. Dieses von Würmern belebte Flachmeer mit sandigem Grund müßte sich von der heutigen untern Eder bei Wolfershausen über Ostheim v. d. Rhön und das Taubertal bis nach Donaueschingen ausgedehnt haben.

Können wir so einige der Schichten des rätselhaften Buntsandsteins in ihrer Entstehungsweise an der Hand der organischen Reste oder der Schichtenbeschaffenheit genauer erklären als bisher, so wird es auch allmählich gelingen, sich über die Bildung größerer Abteilungen und der ganzen Formation des Buntsandsteins den richtigen Begriff zu bilden. Dieser induktive Weg der Erkenntnis vom Einzelnen zum Ganzen ist naturwissenschaftlicher und sicherer als der, mit einer vorgefaßten allgemeinen Theorie zu beginnen und sie dann durch Anwendung auf die einzelnen Teile zu beweisen.

---

1) Blanckenhorn, Die Trias am Nordrande der Eifel zwischen Commern, Zülpich und dem Roertale. Abh. zur geol. Spezialkarte von Preußen. Bd. VI, Heft 2, 1885, S. 18.

Eins aber ist klar, daß auch der oft so verachtete Buntsandstein noch manche ungehobenen Schätze auch an organischen Resten und noch manche nicht gelösten Rätsel in seinem Schoße birgt.

Übersichtstabelle der Fossilhorizonte des Buntsandsteins in Norddeutschland.

Röt	Oberer Röt mit Myophorien, Modiola. Mittlerer Röt mit Myophoria, Myacites. Unterer Röt mit Rhizocorallium, Myophoria, Myacites, Pleuromya, Monotis, Beneckeia.
Bau-, Chrotherien- bezw. Platten-, Voltzien-Sandstein	Oberer (Fränkischer) Chirotheriumsandstein oder tonige Grenzschichten mit Chirotherium. Oberer Bau-, Platten- oder Voltziensandstein mit Pflanzenresten: Equisetum, Calamites, Schizoneura, Megaphyton, Neuropteridium, Anomopteris, Thamnopteris, Pinites, Voltzia. Wurmplatten des Platten- oder Bausandsteins mit Arenicoloides. Unterer (hessischer) Chirotheriumsandstein; Unterregion des Bausandsteins, Zwischenschichten, Gemischte Schichten, Buntsandstein mit Trematosaurus, Chirotherium (?), Schildkröten; Sigillaria, Equisetum, Voltzia, Pinites.
Hauptbuntsandstein	Oberer Gervillienhorizont des Hauptbuntsandsteins. Obere Muschelbänke, Gervillia, Aucella, Estheria, Ganoidfische, Pleuromeia. Mittlere Sandsteine oder Stubensande ohne organische Reste. Zwischenschichten mit Pleuromeia, Estheria, Anophophora. Untere Gervillienplatten mit Gervillia, Aucella, Turbonilla, Estheria.
Unt. Bunts.	Unterer Buntsandstein, bei Dürrenberg mit Estheriellen und Estheria.

In der Wahlsitzung wurde Herr Prof. O. Weigel zum außerordentlichen Mitglied gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 3 Mai 1916

In der Sitzung vom 10. Mai 1916 hielt Herr Arthur Meyer den Vortrag:

Der Bau des Protoplasten der Zelle und das Wesen der Chondriosomen und der Allinante.

Gestützt auf eine Reihe von Tatsachen und Überlegungen, welche sobald wie möglich in einem Buche (Die morphologische und physiologische Analyse der Zelle) mitgeteilt werden sollen, mache ich mir folgende Vorstellung vom Baue der Protoplasten der pflanzlichen und tierischen Zelle.

Wir kennen bis jetzt drei Organe der Zelle, d. h. drei Gebilde der Zelle, welche nicht mehr neu entstehen können, welche ihre Eigenschaften aus urältesten Zeiten übernommen haben, innere Eigenschaften, welche den schroffen Unterschied zwischen Lebendem und Totem bedingen.

Diese Organe sind Zytoplasma, Zellkern und Chromaphoren. Jedes dieser Organe enthält zwei ganz verschiedenartige Bestandteile: 1. das Vitom der Organe und 2. die Summe der ergastischen Stoffe. Beide zusammen sind am Lebensprozeß beteiligt, aber das Vitom besteht aus Stoffen, welche nicht mehr erzeugt werden können, während die ergastischen Stoffe solche sind, die auch außerhalb der Zelle vorkommen.

Das Vitom jedes der Organe ist eine wässerige Lösung, deren disperser Teil „Vitüle“ sind. Das Wort Vitül bezeichnet wie das Wort Molekül einen metaphysischen Begriff. Es ist ein Massenteilchen, welches ganz andere Eigenschaften als ein Molekül besitzen muß, wie dieses zusammengesetzt sein muß aus kleineren Massenteilchen, welche aber viel kleiner sein müssen als die Atome, ja kleiner als die Elektronen, da jedes Vitül eine ungemein komplizierte Summe von Erscheinungen hervorbringt. Ich möchte das so ausdrücken, daß sie vielleicht aus die Elektronen zusammensetzenden Teilchen direkt aufgebaut sein könnten. Es sind Massenteilchen, welche nicht mehr außerhalb der Zelle existenzfähig sind und beim Absterben der Zelle sich zu Elektronen, Atomen und Molekülen umlagern.

Die Eigenschaften dieser Vitüle müssen aus den Eigenschaften der Organe oder besser der Vitome abgeleitet werden, wie die Eigenschaften der Atome aus den Eigenschaften der Elemente und aus den Eigenschaften der Verbindungen dieser Elemente abgeleitet wurden. Das ist eine Aufgabe der Zukunft.

In dem Vitom eines jeden Organes sind, wie gesagt, ergastische Stoffe gelöst. Es sind das aus Atomen zusammengesetzte Substanzen, chemische Substanzen wie Eiweiß, Kohlehydrate, Fette usw.

Die ergastischen Stoffe bedingen die chemischen Eigenschaften der Organe und bedingen die in ihnen vorkommenden chemischen Prozesse zum Teil, d. h. soweit als nicht die Vitüle für sie bestimmend eingreifen. Wir werden also unter den Vorgängen in der Zelle zwischen chemischen, vitistischen und gemischten Vorgängen zu unterscheiden haben.

Da die Vitüle mit dem Tode der Zelle zerfallen und in chemische Verbindung übergehen, können wir aus der chemischen Untersuchung der toten Zelle nicht sicher erschließen, was von den gewonnenen Verbindungen in der

lebenden Zelle ergastisch war, aber wir können es, wenn wir die ergastischen Gebilde, welche in der lebenden Zelle vorkommen, mikrochemisch untersuchen und zugleich ihnen makrochemisch näherkommen. Denn die ergastischen Gebilde sind Zusammenhäufungen von auch in den Vitomen gelösten ergastischen Stoffen. Solche ergastischen Gebilde liegen z. B. in den Fettropfen, in den Stärkekörnern, in den Eiweißkristallen der Zellen vor.

Nach dem Mitgeteilten wird es einleuchten, wenn ich sage, die Untersuchung dieser ergastischen Gebilde ist von großer Bedeutung für die Lehre vom Leben, obgleich das Wichtigste, was für die Erforschung der Lebenserscheinung zu tun ist, in der Erforschung der Eigenschaften der Vitome liegt.

Zu den wichtigsten ergastischen Gebilden gehören die Eiweißante, zu welchen die Eiweißkristalle, von denen ich in einer früheren Sitzung geredet habe, gehören. Heute möchte ich eine andere Art von Eiweißanten besprechen, welche viel häufiger in den Zellen anzutreffen ist als die Eiweißkristalle und danach aus für das Leben der Zelle noch wichtigeren Stoffen zu bestehen scheint als die Eiweißkristalle.

Diese Allinante enthalten Eiweißkörper, welchen ich den Namen der Alline gebe. Sie sind bis jetzt nur mikrochemisch zu charakterisieren; es würde eine sehr dankbare Aufgabe sein, auch ihre Makrochemie zu fördern.

Die wichtigsten mikrochemischen Reaktionen der Alline sind die folgenden:

Mikrochemische Reaktionen der Allinante.

3 %ige Salpetersäure, gesättigte wässerige Lösung von Pikrinsäure, Jodjodkalium, Osmiumsäure in 1 %iger Lösung, Formaldehyd fixieren die Ante, ohne daß Kontraktion eintritt.

Siedendes Wasser, Alkohol und Quecksilberchloridlösung fixieren unter Kontraktion und mehr oder weniger großer Deformation der Ante.

Jodjodkalium und Pikrinsäure färben die Allinante.

2 %ige Kalilauge löst die Ante.

Eau de Javelle löst die Ante.

Pepsin greift die Ante bei 40 Grad nicht an.

Trypsin greift bei 20 und 40 Grad die Allinante viel langsamer an als die Zellkerne.

Schwefelwasserstoff färbt die Allinante der Moose und Monokotyledonen grau.

Ferrozyankalium und Salzsäure färbt dieselben Allinante blau.

Ich nenne die Gebilde Allinante, weil ich unter einem Ant ganz allgemein jedes noch mikroskopisch sichtbare, dem unbewaffneten Auge unsichtbare Massenteilchen verstehe, für uns ein solches Massenteilchen der Zelle.

Außer dem mikroskopischen Verhalten ist für die Allinante ihre gallertartige Beschaffenheit charakteristisch.

Die chemische Natur und die physikalische Beschaffenheit der Allinante bedingt es, daß sie bei der Lebendfärbung nur sehr wenig Farbstoff aufnehmen, sich nur sehr blaß mit denjenigen Farbstoffen färben, welche das Zytoplasma zu ihnen gelangen läßt.

Intensiv können sie im denaturierten Zustande nur durch Färbeverfahren gefärbt werden, welche sehr intensiv färben, dabei auch nur, wenn die passende Beize den Anten einverleibt worden ist. Solche Verfahren, mit denen eine intensive Färbung der Allinante ebenso wie die der Chondriosomen gelingt, sind von Meves, Altmann und Benda angegeben worden.

Die Allinante kommen nur im Zytoplasma der Zelle vor, niemals im Zellkern oder in den Trophoplasten. Sie sind in den Zellen der Dikotyledonen, Monokotyledonen, Moose und der Farnkräuter sehr verbreitet, fehlen aber einigen Sippen des Pflanzenreiches anscheinend völlig, so den Zyanophyzeen und Bakterien. Am reichlichsten kommen

sie in den Reservestoffbehältern vor, z. B. in den Rhizomen und in den Zwiebeln.

Sie erscheinen als rundliche, farblose, weiche Gebilde von 0,2 bis 2 Mikromillimeter Durchmesser oder als Stäbchen und Fädchen von ungefähr gleichem Volumen wie die rundlichen Gebilde.

Daß die Allinante ergastische Gebilde sind, nicht etwa Organe der Zelle, geht mit Sicherheit aus einer sorgfältigen Untersuchung von Scherrer (1914) hervor, in welcher nachgewiesen wurde, daß die Allinante eines Mooses in der Scheitelzelle des Thallus, welche vielen Allinante führenden Zellen die Entstehung gibt, fehlen. Diese Allinante der älteren Zellen müssen also neu entstanden sein, sie können keine vererbten Gebilde sein.

Es sind diese ergastischen Gebilde anscheinend Reservestoffgebilde, deren Substanz für den Bau und die Arbeit der Zellen bestimmt ist. Für diese Anschauung über die Bedeutung der Allinante spricht schon das auffallend reichiche Vorkommen der Allinante in den Reservestoffbehältern der Pflanzen und ihr Vorkommen in solchen Gewebepartien des Pflanzenkörpers, von denen man nach ihrer Lage und ihrem Gehalte an anderen Reservestoffen annehmen darf, daß sie als lokale Reservestoffbehälter dienen. Ich konnte aber auch nachweisen, dass ihre Zahl und Größe in sich entleerenden Reservestoffbehältern abnimmt.

Im Tierreiche kommen von Eiweißanten sicher den Eiweißkristallen der Pflanzenzellen wesentlich gleiche Gebilde vor. Auch Volutinante sind in beiden Reichen gefunden worden.

Es hat nun ferner den Anschein, als kämen auch im Tierreiche den Allinanten analoge Gebilde vor. Es sind Gebilde, welche den Allinanten morphologisch und biologisch durchaus ähnlich sind, sehr häufig gefunden worden, die man Chondriosomen genannt hat, aber es ist doch fraglich,

ob wir sie Allinante nennen dürfen, weil wir ihre mikrochemischen Eigenschaften noch nicht genügend kennen.

Wenn ich sagte, die Chondriosomen wären den Allinanten biologisch ähnlich, so steht dem allerdings die Behauptung mancher Forscher (z. B. Meves 1914) entgegen, daß die Chondriosomen Organe der Zellen in unserem Sinne seien, zugleich Gebilde, welche sich in andere ergastische Gebilde der Zelle (z. B. kollagene Fibrillen) und auch in alloplasmatische Gebilde (z. B. Nervenfibrillen) der Zelle zu verwandeln vermöchten. Aber diese Angaben beruhen, meiner auf genauer Bewertung der zu ihrem Beweise angeführten Tatsachen gegründeten Überzeugung nach, auf unrichtiger Deutung der Beobachtungen, so daß sie uns nicht abhalten können, die Analogie der Allinante und Chondriosomen anzunehmen.

Demgegenüber sprechen eine Reihe von Tatsachen zu Gunsten der Anschauung, daß die Chondriosomen wie die Allinante Reservestoffgebilde sind.

Zuerst sehen wir, daß die Chondriosomen bei den Metazoen dort auftreten, wo wir ihr Vorkommen erwarten müssen, wenn sie Reservestoffe sind. Wir finden sie in noch wachsenden Zellen, wir finden sie reichlich in solchen Zellen, welche auch andere Reservestoffe speichern, wie die Eizellen, die Zellen der Leber etc., und in Zellen, welche Arbeit leisten müssen, wie die Muskelzellen.

Ferner finden wir, daß die Chondriosomen in den Reservestoffbehältern der Tiere in derselben Weise angehäuft und zuletzt bei großem Bedarf auch ebenso gelöst werden wie andere Reservestoffe.

Die Leber ist ein Reservestoffbehälter, in dem Fette, Kohlehydrate und Eiweißstoffe in solchem Maße gespeichert werden, daß die Zellen auf die Hälfte ihres Durchmessers zusammenschrumpfen, wenn sie von Reservestoffen entleert sind. Dafür, daß auch Eiweißkörper gespeichert und nach Bedarf abgegeben werden, haben die Stickstoffbestimmungen

von Zaleski (1886) und Tischmeneff (1914) Hinweise gegeben, und Berg hat gezeigt, daß von den Chondriosomen verschiedene Eiweißeinschlüsse der Leberzellen bei gut gefütterten Tieren zu finden sind, bei ausgehungerten fehlen. In diesen Leberzellen fand nun Altmann (Die Elementarorganismen, 1. Aufl., S. 59) bei hungernden Tieren relativ wenige, bei gefütterten Tieren relativ viele und größere Chondriosomen in einer Zelle.

Es wäre also durchaus möglich, daß wir in den Chondriosomen und Allinanten aus ganz ähnlichen chemischen Körpern bestehende, auch biologisch gleichwertige Gebilde vor uns hätten.

Sodann erläuterte Herr E. Korschelt eine Anzahl mit der Spalteholz'schen Durchdringungsmethode hergestellte Wirbeltierpräparate, sowie die Methode selbst. Diese wurde zunächst bei einer wissenschaftlichen Untersuchung, nämlich zur Klärung des Problems der Schädeländerung (Augenwanderung) bei den Pleuronectiden angewendet und dann auf verschiedene andere Wirbeltiere (Amphibien, Vögel und Säugetiere) übertragen. Bemerkenswert ist, daß die vorgelegten Präparate sich seit ihrer Anfertigung, jetzt im vierten Jahr, gut gehalten haben und so klar wie im Anfang sind.

Herr E. Korschelt legt hierauf das von Professor F. E. Schulze angegebene einfache Universal-Stereoskop vor, welches als ausgezeichnetes Hilfsmittel beim biologischen Unterricht warm empfohlen wird. Das Instrument wird in seiner Anwendung unter Vorführung geeigneter Bilder erläutert.

Herr A. Wegener machte sodann eine vorläufige Mitteilung über das am 3. April 1916 im Kreise Ziegenhain gefallene Meteor. (Die ausführliche Mitteilung wird in den Schriften der Gesellschaft erscheinen.)

Aus der Vorstandswahl ergab sich folgende Zusammensetzung des Vorstandes: Vorsitzender: Geh. Rat F. Richarz; engerer Ausschuß: stellvertretender Vorsitzender: Geh. Rat E. Korschelt; ferner Geh. Rat E. Schmidt und Geh. Rat F. Tuczek als Beisitzer.

Herr W. Feußner und Herr F. A. Schulze erklären sich bereit, die Geschäfte des im Felde stehenden Schriftführers Herrn Thiel und des ebenfalls im Felde stehenden Kassenführers Herrn Lohmann zu führen.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 4 Juni 1916

In der Sitzung vom 21. Juni 1916 hielt zunächst Herr Jores folgenden Vortrag:

Ueber feinere Strukturveränderung der quergestreiften Muskulatur bei Inaktivitätsatrophie.

Vortragender berichtet über Untersuchungen, welche Fräulein Marta Schmidtmann in seinem Institut ausgeführt hat. Es wurde der Gastrocnemius des Kaninchens nach Durchschneidung des N. ischiadicus untersucht in verschiedenen Intervallen bis zu einer Versuchsdauer von 72 Tagen. Die bisherigen Untersuchungen über Muskelatrophie gaben übereinstimmende Ergebnisse bezüglich des Verhaltens der Kerne, der gröberen Veränderung der Muskelfasern und des interstitiellen Bindegewebes. Ueber das Verhalten der kontraktilen Substanz und des Sarkoplasmas liegen aber nur wenige Angaben in der Literatur vor. Frl. Schmidtmann fand, daß sich in den Muskelfibrillen durch Neutralrot mit nachheriger Auswaschung in Pikrinsäure körnige Bestandteile färben lassen, die regelmäßig angeordnet sind innerhalb der anisotropen Substanz (sogenannten Q-Zone) und die den von Arnold als Myosomen bezeichneten Körnern entsprechen. Diese Myosomen zeigen im atrophischen Muskel Abweichungen, die verschieden sind in verschmälerten oder in hypervoluminösen Fasern. In den verschmälerten Fasern

zeigen die Myosomen eine Vergrößerung, die schließlich zur Verschmelzung zweier Myosomen einer Q-Zone führt. Es tritt infolgedessen die Längsstreifung an solchen Fasern deutlicher hervor als die Querstreifung. Die J-Zone wird gleichzeitig schmäler. Die Querstreifung wurde durch regelmäßigere Lagerung vom 52. Tage an wieder dentlicher gesehen; die Myosomen-Vergrößerung und Verschmelzung bleibt aber bestehen. Hypervoluminöse Fasern traten anfänglich spärlich, später reichlicher zu Tage. In ihnen ist zunächst eine unregelmäßige Lagerung der Myosomen wahrzunehmen, sodaß Quer- und Längszeichnung verloren gehen und die Muskelfaser unregelmäßig gekörnt erscheint. Vom 42. Tag ab treten aber auch hier vergrößerte Myosomen auf denen eine allgemeine Myosomenvergrößerung und -verschmelzung folgt. An den hypervoluminösen Fasern sind auch strukturlose, degenerierte Partien wahrnehmbar. Solche, werden später von hineinwachsendem Bindegewebe durchzogen. (Die Arbeit erscheint ausführlich im Centralblatt für pathologische Anatomie und als Inaug.-Diss.)

Hierauf demonstrierte Herr G. Wetzel als Gast einen

Zeichenapparat.

Der Vortragende führte einen Zeichenapparat für makroskopische Objekte vor, der von ihm im Archiv für Anatomie (1913, Supplementband) beschrieben worden ist und von der Firma Winkel in Göttingen ausgeführt wird. Den an der genannten Stelle beschriebenen Einrichtungen sind zwei Verbesserungen hinzugefügt worden.

Der Apparat war bisher ausschließlich zum Zeichnen in natürlicher Größe eingerichtet. Nur geringe Vergrößerung oder Verkleinerung war möglich. Nunmehr ist er auch für Lupenvergrößerung bis zum zehnfachen Maßstab geeignet. Damit ist das Ziel, das der Verfasser sich gesteckt hat, vollständig erreicht; die Vorrichtung kann nunmehr zur Darstellung aller nicht eigentlich mikroskopischen Gegenstände der morphologischen Forschung Verwendung finden.

Eine zweite Verbesserung besteht in der Anbringung einer Kopfstütze. Hierdurch wird ohne Unbequemlichkeit eine Verrückung der Stelle des zeichnenden Auges verhütet, während gleichzeitig für die Blickrichtung die zum Zeichnen erforderliche ungehinderte Bewegungsfreiheit besteht. Die Stütze besteht in einem solide gestützten Bügel, auf dem die Stirn des Zeichnenden ruht.

In der Wahlsitzung wurde Herr Prof. F. Hofmann zum ordentlichen Mitglied gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 5 Juli 1916

In der Sitzung vom 12. Juli 1916 hielt Herr W. Brand den Vortrag:

Jährliche Hörbarkeitsperiode des Geschützdonners und seine größten bisherigen Reichweiten

(nach neuen Ermittelungen).

In die Ergebnisse früherer Beobachtungen über die Ausbreitung starker Schallwellen ist ein ganz neuer Gesichtspunkt gebracht durch die Feststellung, daß die Hörbarkeit des Geschützdonners eine Abhängigkeit von der Jahreszeit aufweist. Ich habe auf diese Abhängigkeit bereits vor einem Jahre in der Arbeit „Reichweite des Geschützdonners nach Kriegsbeobachtungen“ [1]) aufmerksam gemacht. Damals konnte ich mich nur auf vereinzelte Mitteilungen stützen, benutzte aber die Zwischenzeit, um weiteres Material zu sammeln. In einem kleinen Aufsatz in der Frankf. Ztg. [2]) wies ich auf diese merkwürdige Erscheinung und ihre vielleicht entscheidende Bedeutung für die Lösung des Problems der Ausbreitung starker Schallwellen hin und bat um Mitteilung geeigneter Beobachtungen. Daraufhin erhielt ich über 100 Zuschriften, die allerdings zum großen Teil den Kern der

1) Sitzber. Nr. 3. 14. Juli 1915. — Das Wetter, 33. Heft 1—3, 1916.
2) Abendblatt Nr. 72 vom 13. März 1916.

Sache insofern nicht trafen, als sie zwar viele an sich wertvolle Einzelbeobachtungen enthielten, die sich oft auch über viele Tage erstreckten, aber mir doch nicht über das Auskunft gaben, worauf ich Wert legte, nämlich über den Grad der Hörbarkeit des Kanonendonners im Lauf des Jahres. Immerhin wurde mir von etwa 30 Orten berichtet, daß der Geschützdonner im Sommer gar nicht oder so gut wie gar nicht gehört worden sei, während die Hörbarkeit in den übrigen Jahreszeiten überwiegend besser gewesen sei.

Im folgenden teile ich einige Auszüge aus diesen Berichten mit:

Herr Jungbluth aus Oberstein a. d. Nahe war der erste, aus dessen umfangreichen Mitteilungen sich eine derartige Abhängigkeit der Hörbarkeit des Kanonendonners erkennen ließ. Schon im August 1914 wurde dort der Kanonendonner gehört, aber nur ganz schwach und an vereinzelten Punkten hoch oben im Walde, wohin sonst keine fremden Geräusche gelangen konnten. Im September (die ersten eigenen Beobachtungen machte Herr J. am 16.—17. September) konnte man den Geschützdonner schon auf Spaziergängen in der Nähe der Stadt hören, und mit eintretender Winterkälte steigerte sich die Wirkung so, daß man im geschlossenen Zimmer immer unangenehm an den Krieg erinnert wurde. Den Höhepunkt bildete die Schlacht zwischen Maas und Mosel. Mit Eintritt der warmen Witterung, die plötzlich Ende April einsetzte, hörte ebenso plötzlich der Kanonendonner auf. Während des ganzen Sommers war nach weiteren Mitteilungen des Herrn, die sich auf eigene und fremde Beobachtungen beziehen und sich auf Hunderte von Tagen erstrecken, allgemein nichts mehr zu hören. Nur Jäger vernahmen an vereinzelten Tagen hoch oben in der Stille des Waldes gelegentlich den Kanonendonner. Ebenso wie 1914 setzte dann wieder in der zweiten Hälfte des September 1915 (am 21. und besonders am 24.), die Hörbarkeit wieder stark ein. Es war das die Zeit der Champagneschlacht, so daß die dadurch hervorgerufene erhöhte Artillerietätigkeit schon zu einer verstärkten Schallwirkung beitrug. Trotzdem habe die Hörbarkeit in keinem Verhältnis zu der während der Moselschlacht im Winter beobachteten gestanden. Seitdem, also den ganzen Winter 1915/16 hindurch, war die Hörbarkeit die gleiche wie im Winter 1915.

In einem Brief vom 1. April 1916 heißt es dann: Mit dem Geschützdonner ist es schon vorbei, d. h. man hört noch etwas so wie

zu normalen vorjährigen Zeiten; gestern an besonders guter Stelle vernahm ich zwischen 6—7 Uhr abends noch kräftige Schläge, aber es war kein Vergleich zu der Hörbarkeit vor 8 Tagen, also am 23.—24.; da war das Tagesgespräch noch immer der Geschützdonner, man brauchte nur Fenster oder Türe zu öffnen, um ihn zu vernehmen. Am 23. abends und in der Nacht vom 24. — 25. war schweres Trommelfeuer in den Straßen vernehmbar, dann kamen einige rauhe Tage mit starkem Winde, wodurch man schlechte Wahrnehmungen hatte; seitdem habe ich keine Aufzeichnungen mehr machen können, denn es war nichts zu hören und jeder fragt, „wo ist der Geschützdonner geblieben?“ Der Höhepunkt aller Hörbarkeit bisher war am 2. März, etwa von $10.^{15}$ früh bis in die Nacht. (Es war das der Tag, an dem auch hier in Marburg der Kanonendonner sehr deutlich vernommen wurde. Oberh. Ztg., 3. März). In einem späteren Schreiben sagt der Verf., daß mit dem 26. März, genau wie im Vorjahre, also mit fast kalendarischer Sicherheit, die Hörbarkeit nachgelassen und mit Ende April ganz aufgehört habe. Allerdings würde hier und da berichtet, daß wieder „etwas vernommen wurde“; er selbst habe am 12. Mai 6^{45} abends nach kurzem Regen und bei trübem Wetter 3—4 Schläge wahrgenommen von einer Stärke wie im Februar; aber das seien Ausnahmen, die allgemeine Stille ganz unerklärlich (Brief vom 7. Juni).

Von Wallertheim (L. Mann) wird das Einsetzen der Hörbarkeit Anfang Oktober 1915 gemeldet; 1916 hörte man im letzten Drittel des April und an einzelnen Tagen Kanonendonner, zum letzten Male am 30. April harte Schläge; seitdem ist kaum etwas zu hören.

In Osthofen in Rheinhessen (Kurtz) war schon im Nachsommer und Herbst 1914 Kanonendonner zu hören, besonders stark Anfang Oktober bei der Einnahme von Antwerpen. Er blieb, wenn auch hie und da aussetzend, den ganzen Winter, verstärkte sich 1915 im Frühjahr, ließ im Hochsommer nach, setzte dann aber im Herbst wieder sehr stark ein, blieb wieder gleichmäßiger bis zum Februar 1916, wo er mitunter ganz ungeheuerlich war. Mit dem April 1916 wurde es weniger, und seit Mitte Mai ist nur ganz selten etwas zu hören. Im Juni war überhaupt nichts mehr zu hören.

In Ludwigshafen war der Geschützdonner im Winter weit besser hörbar als im Sommer. Während man dort im Winter außerhalb der Stadt fast an jedem Tage den Schall hörte, war er im Sommer fast nie hörbar.

Auf dem Hunsrück von Kappel bis Büchenbeuren, Wasserscheide Mosel—Nahe, wurde der Kanonendonner im Sommer weniger gehört.

In Trier (Otto Loeb) wurde im Oktober 1914 zum ersten Male der Kanonendonner einigermaßen deutlich wahrgenommen, und zwar am besten am Waldrande der etwa 60 m hohen ersten Moselberge. Während des Winters 1914/15 hielt dann das dumpfe Geschützrollen, namentlich an klaren Tagen, besonders deutlich in den Bergen hörbar, an. Nach dem französischen Ansturm zwischen Maas und Mosel im April 1915 — eine Frontstelle, die Trier am nächsten liegt — hörte der Kanonendonner auf. Es bestätigte sich also die Annahme, daß der Geschützdonner vornehmlich im Winter zu hören sei, vollkommen. Die erhöhte Artillerietätigkeit der großen französischen Offensive im Herbst 1915 war verhältnismäßig weniger vernehmbar, was der Beobachter auf das Fehlen einer geeigneten Fortpflanzungsrichtung durch Flußtäler, wie im ersten Falle, schiebt. Der Kanonendonner der Kämpfe von Verdun war aber ganz wesentlich deutlicher; selbst in ruhigeren Straßen der Stadt und in den Häusern waren die ununterbrochenen Detonationen zu hören. Ähnliche Verhältnisse inbezug auf Schallwirkung weist Cochem a. d. Mosel auf.

Die Trierer Ztg. berichtet unterm 19. März aus Trier: Auf die Vernehmbarkeit des Kanonendonners scheint die Temperatur einen Einfluß zu haben. Dieses konnte bei der Frostperiode in den Tagen vom 22. bis 26. Februar 1916, wobei auch der Boden gefroren war, beobachtet werden. Mehr als an anderen Tagen war während dieser Zeit der Kanonendonner selbst in Häusern bei verschlossenen Türen und in Kellern hörbar. Vom Hochwald wurde während dieser Frostperiode wiederholt gemeldet, daß der Kanonendonner so heftig gewesen sei, daß die Fenster klirrten. Im vorigen Jahre konnte bei Eintritt der wärmeren Jahreszeit die Beobachtung gemacht werden, daß der Kanonendonner kaum mehr vernehmbar war. Vereinzelt wurde 1916 an der Wetterdienststelle Kanonendonner am 13. bis 16., 21., 23.—25., 27. April, am 26. Mai und am 8.—10., 19. und 25. Juni gehört.

In Pforzheim (Wilh. Gauss) war im Spätjahr, Winter und Frühjahr 1914/15 und 15/16 die Hörbarkeit gut, im Sommer schwach. Sehr scharf und deutlich wurden die Kämpfe im Oktober 1915 am Hartmannsweilerkopf und südlich von Metz gehört. Seit Mitte April 1916 „mit höher kommender Sonne“ nahm die Hörbarkeit ab.

In Schönberg b. Wildbad konnte Leiner im Winter den Kanonendonner zunächst schwach vernehmen; die Hörbarkeit steigerte sich aber bald, namentlich im Februar; deutliche Schläge setzten ein mit der Verdunoffensive, so daß eine angelehnte Balkontür trotz Windstille manchmal ins Zittern geriet.

In Weißenburg i. E. (Schneider) wurde ebenfalls Verschiedenheit der Hörbarkeit in den einzelnen Jahreszeiten festgestellt. Der

Kanonendonner setzte dort im Herbst 1915 ein, als plötzlich einige kalte Tage kamen und das Laub schnell abfiel.

In Grünstadt i. Pfalz (Jacobi) war der Kanonendonner schon Herbst und Winter 1914/15 hörbar, bis zum Frühjahr, ebenso im Winter 1915/16; auch im April 1916 war die Hörbarkeit recht gut. Anfang Mai jedoch war nur noch manchmal ganz schwacher Donner zu vernehmen.

Das Letztere gilt auch von Auerbach a. d. Bergstraße (C. Diehe).

Aus Pforzheim schreibt Rau, Jäger, daß er seit Beginn des Krieges auf den Kanonendonner geachtet habe. Nur während des Winters, etwa vom 1. Oktober bis zum 1. April, sei in dem Jagdrevier Hamberg-Neuhausen b. Pforzheim der Donner hörbar gewesen, während des ganzen Sommers 1915 nicht ein Ton zu vernehmen. Gut zu hören waren dort die Durchbruchversuche der Franzosen in der Champagne im März 1915. Die Artilleriekämpfe von Verdun hörte man nicht nur im Revier, sondern sogar in der Stadt, selbst im Zimmer anfangs März. Jetzt (31. III). höre man gar nichts mehr, auch nicht im Revier. Selbst der Donner vom Elsaß sei verstummt; es zeige sich also auch in diesem Jahr, daß mit Ende März die Hörbarkeit verschwindet.

In Eppingen (Gutmann) wurde 1915 von Januar ab fast täglich Kanonendonner gehört bis gegen Mai; Ende September setzte die Hörbarkeit wieder ein bis Jahresschluß. Auch im 1. Vierteljahr des neuen Jahres 1916 wurde wieder Kanonendonner wahrgenommen, besonders heftig in der Zeit vom 20. Februar bis zum 3. März. Seit den Osterferien (2. Hälfte des April) hat der Beobachter nur zweimal, am 30. Mai und 16. Juni, Kanonendonner gehört. Am besten war die Hörbarkeit fast durchweg bei kaltem Wetter, hohem Druck und Ostwind.

Für Buchweiler i. E. (Ernst) fing 1916 die Hörbarkeit am 21. Februar an und war bis Mitte März sehr deutlich. Dann verstummte der Donner allmählich, Anfang Juni hörte man nur noch ganz selten mal Kanonendonner. Herbst und Winter 1915 war die Hörbarkeit bedeutend besser.

Die gleiche Beobachtung wurde auch in Alzey (Levi) gemacht. Die Alz. Ztg. vom 10. 9. 16 meldet: Der Geschützdonner vom Westen ist wieder deutlich zu hören, besonders abends.

In Bullenheim (Dr. Maurer) endigte die Hörbarkeit bald nach dem Fall von Douaumont, z. Zt. (Mitte Juni) höre man überhaupt nichts mehr.

In Offenbach a. Main und Umgebung (Hoffmann) wurde im Jahre 1915 niemals Kanonendonner gehört. Die Hörbarkeit 1916 er-

streckte sich (wohl von den Verdunkämpfen an?) bis Ende März. An Apriltagen soll ab und zu noch einmal eine Schallwirkung wahrgenommen sein.

Auf der Morlauterer Schanze bei Kaiserslautern (Caesar) wurde schon September 1915 ebenso wie 1914 Kanonendonner gehört. In beiden Jahren wurde er mit fortschreitender Jahreszeit sehr viel stärker. Besonders starken Kanonendonner hörte man in diesem Jahr mit Beginn der Belagerung von Verdun. „Mit Einsetzen der Vegetation" scheint der Kanonendonner hier nicht mehr gehört worden zu sein, nur Anfang Juni gelegentlich einmal. Am 6. 9. 16 wurde zum ersten Male wieder Kanonendonner gehört.

Von Kirn a. d. Nahe teilt Petermann in Ergänzung früherer Berichte mit, daß dort die Hörbarkeit des Kanonendonners Mitte September 1915 einsetzte und Mitte April etwa allmählich nachließ, bezw. ganz aufhörte. Die Zeitpunkte fielen genau mit dem Laubfall und der Wiederbelaubung der Bäume zusammen. Auch etwas später (als Mitte April) hörte man bei großer Aufmerksamkeit noch ab und zu ein leichtes Grollen oder vereinzelte Sprengungen. Er hat den Eindruck, als ob in diesem Jahre die Hörbarkeit größer war als 1914/15 und auch etwas länger anhielt, was wohl mit der stärkeren Artillerietätigkeit zusammenhängt.

Aus Mainz schreibt Anger, daß man auf dem Lande im Winter 1915/16 den Kanonendonner bis gegen Ende Mai gehört habe. Dabei war die Hörbarkeit viel deutlicher als im Vorjahre. Auf den Höhen des Hunsrück sei z. Zt. (Mitte Juni) gelegentlich, aber nur abends und in der Nacht, tagsüber nicht, hier und da dumpfes Rollen zu vernehmen.

In Frei-Weinheim (Bopp) war die Hörbarkeit in den Ostertagen (23./24. April) noch stark; am 1. Mai abends wurde noch schwacher Kanonendonner gehört, desgl. noch am 2. Mai und einigen der nächsten Tage; dann wurde nichts mehr gehört.

In Bonn-Endenich (von der Helm) war das Schießen von Verdun bei hellem Wetter jeden Abend — auf den Höhen auch über Tag — zu hören, seit Anfang Mai aber nicht mehr; 1915 soll es von Mai bis September ähnlich gewesen sein.

Aus Heidelberg (Sautter) liegen mir außer den bereits früher mitgeteilten noch folgende Berichte aus 1915/16 vor: Im Oktober, ebenso Ende Dezember, desgl. im Januar und Februar 1916 war dort Kanonendonner hörbar, vom 26. Februar bis 1. März waren ständig anhaltendes Rollen und starke Detonationen vernehmbar. Das Heidelb. Tageblatt vom 29. Februar berichtete damals: Seit einigen Tagen ist besonders in der Weststadt deutlich fernes Donnerrollen, bei dem

man manchmal auch einzelne tiefe Schüsse unterscheidet, zu vernehmen. Auch auf den Höhen, so auf Bierhelderhof, bei Zigelhausen und anderen Orten war der Kanonendonner gestern (am 28. Februar) deutlich vernehmbar. Unzweifelhaft kommt das Getöse von der Beschießung von Verdun. Auch aus anderen Gegenden, so von Schwetzingen, Adelsheim, Heppenheim u. s. w. kommt die Nachricht, daß das dumpfe Rollen der mächtigen Geschütze gehört wurde. Am 2. Mai dröhnte die Erde förmlich und die Luft zitterte bei der ununterbrochenen Kanonade. Seit Frühjahrsanbruch aber war nichts mehr zu hören trotz des Weitergangs der Verdunschlacht und neuerdings der englisch-französischen Offensive. Ähnliche Beobachtungen machte Thorbecke bei einem kürzereu Aufenthalte in Heidelberg um Pfingsten; gelegentlich einer Frühjahrswanderung in der schwäbischen Alb, in Ebingen, Donautal bei Sigmaringen und den Höhen dort hat der Beobachter nichts vernommen. Ebenso war auf Schloß Wildstein (800 m hoch) bei Beuron nach der Aussage des dortigen Försters der Geschützdonner seit Mitte Mai nicht mehr zu vernehmen, während er im Februar dort bei geschlossenen Fenstern hörbar war.

Frau Dr. Schauenburg hat in Lahr i. B. für die Zeit vom 25. März bis zum 2. Juni d. J. Aufzeichnungen über Kanonendonner für mich gemacht, die vielleicht später im Zusammenhang mit anderen laufenden Aufzeichnungen noch behandelt werden können. Es war hier der Kanonendonner sowohl aus den Vogesen als auch von Verdun zu hören. Die Dame behauptet, genau unterscheiden zu können, ob der Schall aus den Vogesen oder aus Verdun herrühre, und zwar nicht nur aus der Schallrichtung, sondern auch aus der Art des Schalls; Einzelschläge kämen nämlich aus den Vogesen, ununterbrochenes Rollen von Verdun; ihre Beobachtungen habe sie stets durch die Tagesberichte bestätigt gefunden. Für den uns hier interessierenden Punkt geben ihre Beobachtungen ebenfalls Belege. Im April waren hier die Artilleriekämpfe von Verdun sowohl wie aus den Vogesen noch ziemlich gleichmäßig zu hören. Auch in den ersten Tagen des Mai ist das Bild noch das gleiche, von Mitte Mai ab jedoch ist von den Kämpfen vor Verdun nichts oder fast nichts mehr zu vernehmen; nur an ganz vereinzelten Tagen war noch ganz leises Rollen zu erkennen.

Auch hier in Marburg wurde seit Beginn der Verdunoffensive deutlich Kanonendonner gehört, der Anfang April allmählich verstummte. Jetzt, Ende September, ist er wieder zu hören. Die Oberh. Ztg. vom 28. 9. 16 schreibt: Auf den höher gelegenen Stellen der Umgebung Marburgs hört man so ununterbrochenes Schießen wie selten zuvor. Gewöhnlich wird gesagt, das rühre von Schießübungen

im Westerwald her. Das scheint doch nicht richtig zu sein, denn auch vom Westerwald wird gemeldet, daß dort das Artilleriefeuer im Westen wieder deutlich z. B. am 27. 9. gehört worden sei.

Nach diesen zahlreichen Berichten ist wohl an einer Abhängigkeit der Hörbarkeit des Kanonendonners von der Jahreszeit nicht mehr zu zweifeln [1]). Indes gilt diese Abhängigkeit offenbar nur für den äußeren Hörbarkeitsbereich. Denn alle Beobachtungsorte sind mehr als 100 km von der nächsten Frontstelle entfernt. Diese Annahme wird noch bestätigt durch Berichte, die eine fortdauernde Hörbarkeit das ganze Jahr hindurch melden. In einem Brief aus Karlsruhe heißt es, im Feldberggebiet des badischen Schwarzwaldes sei die Hörbarkeit des Geschützdonners aus

---

1) Nachträglich wird mir berichtet, daß in vereinzelten Fällen auch im Sommer d. J. Kanonendonner gehört worden sei. So schreibt das „Neue Tageblatt“ in Stuttgart unterm 3. Juli 1916, in letzter Zeit sei von Arbeitern, die auf den Höhen des Aalbruth tätig sind, beinahe täglich der Geschützdonner laut und deutlich wahrgenommen. Auffallend ist bei dieser Notiz, daß sich bei der großen Entfernung die von Minensprengungen herrührenden starken Lufterschütterungen ganz deutlich von den durch die schweren Geschütze hervorgerufenen Schallwellen abgehoben haben sollen. Herr Postinspektor Jänisch, der mir diese Mitteilung machte, schreibt dazu, daß er selbst in der Umgebung von Stuttgart zwar Ende September 1915 nnd am 9. April 1916 den Kanonendonner gut gehört habe, sonst aber nicht. Andererseits sei ihm von glaubwürdiger Seite versichert, daß in der Gegend von Kochendorf (unterhalb von Heilbronn) bis Pfingsten etwa der Kanonendonner gehört worden sei. — Ebenso erhalte ich von Herrn A. Rathgeber aus Coblenz einen Ausschnitt aus der Coblenzer Ztg. vom 19. Juli: Überaus heftiger Geschützdonner, der ohne Zweifel von Verdun herrührt, war wieder in der vorletzten Nacht und am folgenden Morgen hier hörbar. Das Rollen des Geschützfeuers klang in der Nähe der Steinbrüche an der Königsbach wie ein schweres Erdbeben. Die Entfernung Verdun—Coblenz beträgt 400 km. — Eine weitere vereinzelte Beobachtung konnte Herr Dr. Maurer am 24. August 3½ Uhr nachmittags in Bullenheim machen; der Donner war aber ganz leise, pp, wie der Bericht sagt.

den Vogesen sowohl im Hochsommer als auch im Spätjahr und Winter unvermindert gewesen. Der Beobachter hat das im Juli, September, Dezember 1915 in Neueck, einem 985 m auf der Wasserscheide zwischen Donau und Rhein gelegenen Luftkurhause, festgestellt. Diese Gegend liegt aber im ersten Hörbarkeitsbereich, da ihre Entfernung von den Vogesen etwa 80 km beträgt. Auch in dem bereits angeführten Bericht von Lahr, das von den Vogesen nur 50 km entfernt liegt, wurden in der zweiten Hälfte des Mai noch die Einzelschläge von den Vogesen gehört, während das Rollen der Verdun-Kämpfe bereits verstummt war. Ebenso wurde in Freiburg i. Br. nach den sorgfältigen Aufzeichnungen des Herrn Reckendorf, die sich über einige Monate bis zum 30. Juni erstreckten, der Kanonendonner bis dahin noch gehört, im Juni z. B. noch an 18 Tagen. Freiburg liegt aber ebenso wie Lahr in der ersten Hörbarkeitszone; der dort gehörte Kanonendonner wird vermutlich von den Kämpfen am Hartmannsweiler Kopf herrühren. Eine Meldung liegt mir allerdings vor, nach der auch in einem Orte, der in den äußeren Hörbereich fallen würde, der Kanonendonner bei jeder Jahres- und Tageszeit deutlich gehört sein soll, nämlich in Lindau am Bodensee. Da der Bericht vom 14. März 1916 datiert ist und außerdem die Dame, die mir das schreibt, sich nur mit Frau P. unterzeichnet, so läßt sich nicht feststellen, ob das Wort „jeder“ sich tatsächlich auf alle vier Jahreszeiten beziehen soll.

Aus den mir zugegangen Berichten läßt sich aber nicht bloß die Tatsache der Abhängigkeit der Hörbarkeit des Kanonendonners von der Jahreszeit erkennen, sondern auch der Zeitpunkt feststellen, in welchem sich der Übergang von der Hörbarkeit zum Verstummen und der umgekehrte Vorgang vollzieht. Mit ziemlicher Genauigkeit wird nämlich, wenn überhaupt nähere zeitliche Angaben vorliegen, das Aufhören des Kanonendonners in die Monate April—Mai verlegt, als Zeitpunkt des Wiederbeginns der Hörbarkeit

Mitte bis Ende September oder der Anfang Oktober angegeben. Insbesondere wird das Wiedereinsetzen der Hörbarkeit im Herbst 1915 mit dem Beginn der Champagne-Offensive in Verbindung gebracht. Eine noch genauere Übereinstimmung in den einzelnen Meldungen ist natürlich nicht zu erwarten. Denn dieser Wechsel kann sich nicht ganz schroff vollziehen, sondern es muß ein allmählicher Übergang stattfinden. Und gerade an der Grenze der Hörbarkeit ist diese ja von sehr vielen Nebengeräuschen abhängig, die ganz zufälliger Art sein können, von lokalen Witterungseinflüssen, wie Regen, Wind und dergl., nicht zu vergessen des Umstandes, daß das Interesse und überhaupt die Möglichkeit, derartige Beobachtungen zu machen, bei den verschiedenen Beobachtern naturgemäß sehr verschieden ist.

Es war ursprünglich meine Absicht, die Frage nach der jährlichen Periode der Hörbarkeit auch zahlenmäßig zu untersuchen. Aber diese Aufgabe, diese natürlich etwas zähe Masse in das Schema einer Zahlentabelle zu pressen, scheint nicht leicht zu sein und erfordert vor allem noch mehr Beobachtungen als mir z. Zt. zur Verfügung stehen.

Sehr oft kehrt als Zeitbestimmung und gleichzeitig, in der bekannten Verwechslung des post und propter, als Begründung des Aufhörens der Hörbarkeit im Frühjahr die Angabe wieder, daß die Belaubung der Bäume dafür maßgebend sei [1]). Die Belaubung kann natürlich nur von lokaler Bedeutung sein, indem die aus der Höhe kommenden Strahlen von den Blättern reflektiert werden, ähnlich wie das bei jedem Echo am Waldrande eintritt. Auch folgende Erklärung wäre möglich: In der Natur ist stets ein Allgemeingeräusch vorhanden, das z. B. durch die Reibung der vom Winde getriebenen Luft an der Vegetation hervorgerufen werden kann. Daher hängt ganz allgemein die Hörbarkeit

1) Vgl. Sitzber. 1915, 3, S. 48.

sehr von Art und Dichte der Bepflanzung der nächsten Umgebung ab. So ist beobachtet, daß die Schläge eines Chronometers auf freiem Felde, selbst weit ab von jeder menschlichen Siedelung, wo das nicht messende Ohr absolute Stille feststellt, lange nicht so weit zu vernehmen waren wie etwa in dem tatsächlich stillen Raume eines unterirdischen Laboratoriums [1]). Daher wäre es auch denkbar, daß durch Vermehrung des Allgemeingeräusches infolge der Belaubung eine Herabsetzung der Hörbarkeit des Geschützdonners erfolgen könnte. In der Tat wird häufig von den Beobachtern betont, daß die Hörbarkeit auf freiem Felde, besonders aber in Fichtenschonungen, ganz besonders gut sei, gleichzeitig im benachbarten Laubwalde schlecht. Doch handelt es sich dabei eben nur um eine lokale Verminderung der Hörbarkeit; auf die eigentliche Fortpflanzung des Schalls können die zwischen Schallquelle und Beobachtungsort liegenden Wälder keinen Einfluß haben, da diese ja in ganz anderen Höhen vor sich geht.

Das Wesentliche ist also nicht die Belaubung, vielmehr die einsetzende warme Witterung, deren Folge die Belaubung ist. In welcher Weise aber die Witterung die Hörbarkeit beeinflußt, ist noch nicht zu übersehen. Die Lösung hängt natürlich eng mit der Frage zusammen, ob das äußere Hörbarkeitsgebiet durch Reflexion an der hohen Wasserstoffsphäre erfolgt oder durch Herumbiegen der Schallstrahlen schon in den unteren Atmosphärenschichten. Für diese zweite Möglichkeit kämen zunächst als schallreflektierende Schichten die sog. Inversionen in Betracht, und von diesen wiederum in erster Linie die sog. obere Inversion. Diese isotherme Schicht liegt in den verschiedenen Jahreszeiten verschieden hoch; die geringste Höhe von 9400 m weist sie im März auf, die maximale mit 11 300 m im August. Das sind auch etwa die Monate der größten bezw. geringsten Hörbarkeit;

1) a. a. O. S. 51 u. 52.

trotzdem kann aus diesem zunächst rein äußerlichen Zusammenhange einstweilen kein innerer konstruiert werden. Für eine Krümmung und unter Umständen auch für ein Herabbiegen der Schallstrahlen an und für sich können natürlich auch tiefer liegende Inversionsschichten in Betracht kommen. Solche Inversionen sind nun tatsächlich im Winter weit häufiger als im Sommer, wo an ihre Stelle das normale Temperaturgefälle mit der Höhe tritt und dadurch ein Herumbiegen der Schallstrahlen unmöglich gemacht wird. Sollte sich bei weiteren Untersuchungen eine genaue Übereinstimmung im jährlichen Gange beider Größen herausstellen, so gewinnt die Annahme, daß die Inversionen diese Abhängigkeit der Hörbarkeit von der Jahreszeit bedingen, sehr an Gewicht. Zunächst allerdings erscheint es noch immer wenig wahrscheinlich, daß Schwankungen im Temperaturzustande der Atmosphäre allein eine solche Periode hervorbringen könnten. Nur die allerdings oft sehr starken Bodeninversionen könnten einen größeren Einfluß haben, dafür aber ist ihre absolute Zahl zu gering. Ein Versuch, Beziehungen zwischen Hörbarkeit des Kanonendonners und der Temperaturverteilung in den oberen Luftschichten am gleichen Ort herzustellen, führte denn auch zu keinem Ergebnis. Als Hauptbedenken gegen die Anschauung, daß Inversionen allein das äußere Hörbarkeitsgebiet hervorrufen könnten, bleibt m. E. bestehen, daß bei den niederen Inversionen zu geringe Entfernungen des äußeren Hörbarkeitsgebietes herauskommen müßten, und daß die Regelmäßigkeit der Erscheinung zu groß ist, als daß sie ausschließlich von den stets wechselnden Inversionen bedingt sein könnte.

Gegen die Annahme, daß das Gebiet abnormer Hörbarkeit durch Reflexion an der Wasserstoffsphäre in etwa 70 km Höhe hervorgerufen würde, wird in der Regel, namentlich von W. Schmidt, der Einwand geltend gemacht[1]), daß

1) W. Schmidt, Abnorme Hörbarkeit und Wasserstoffsphäre. Wetter 33, 145. Ders., Met. Zs. 32, 31—33.

die Intensität eines an der Wasserstoffsphäre zurückgeworfenen Schallstrahls viel zu gering sei, als daß er überhaupt für eine Schallwirkung noch in Betracht käme. Ob dieser Einwand, der davon ausgeht, daß die Schwingungsweite einer Longitudinalwelle während ihres Fortschreitens niemals größer werden, sondern höchstens gleich bleiben kann, berechtigt ist, mag einstweilen noch dahingestellt bleiben. Allerdings erscheint, wenn man die äußere Hörbarkeitszone durch alleinige Reflexion an der Wasserstoffsphäre erklären will, eine Abhängigkeit der Hörbarkeit von der Jahreszeit dann zunächst ausgeschlossen, da man unwillkürlich voraussetzt, daß die Wasserstoffatmosphäre das ganze Jahr hindurch gleichmäßig in derselben Höhe beginnt. Indes ist bis jetzt ihre genaue Höhenlage niemals bestimmt worden, geschweige denn eine etwaige, immerhin mögliche Verlagerung im Laufe des Jahres, die mit dem gleichen Recht wie die Veragerung der Stratosphäre zur Erklärung herangezogen werden könnte.

Aber wie man mit einem Verschwinden der Inhomogenität der Atmosphäre in vertikaler Richtung, also den Inversionen, das sommerliche Verstummen zu erklären versucht, so könnte man auch an eine Inhomogenität in horizontaler Richtung denken. In Anlehnung an die Humboldtsche Erklärung der guten Hörbarkeit in den Tropen zur Nachtzeit hat bereits Arnold[1]) diese Erklärungsmöglichkeit auch für das Verstummen des Kanonendonners im Sommer erwähnt. Infolge der starken Sonnenbestrahlung und der damit verbundenen Durchmischung ist ja im Sommer die Luft stark inhomogen oder akustisch trübe. Durch die verschieden starke Erwärmung der verschiedenen Teile der Erdoberfläche können senkrechte oder schräg aufsteigende Säulen entstehen, an deren Grenzflächen die Schallstrahlen entweder gebrochen oder reflektiert werden. Die gebrochenen Strahlen setzen ihren Weg, nur mit

1) Frankf. Ztg. vom 29. April 1916.

etwas veränderter Richtung, fort; die reflektierten Strahlen dagegen verlaufen in ungefähr entgegengesetzter Richtung, d. h. ein Bruchteil der Schallenergie des ursprünglichen Strahls geht durch die Reflexion verloren. Durch wiederholte derartige innere Reflexionen könnte die Energie der Schallquelle sehr schnell vernichtet werden [1]). Solche aufsteigenden Luftsäulen verminderter Dichte bilden sich nun allerdings viel seltener in der kalten Jahreszeit, weil durch die verringerte Sonnenstrahlung sich auch die Erdoberfläche nicht in dem Maße über die Temperatur der darüber liegenden Luftschicht erwärmt, daß die Rückstrahlung viel ausmachen könnte. Im Winter ist also die Luft tatsächlich akustisch viel homogener und damit für die Schallfortpflanzung viel geeigneter als im Sommer. Aber dies Verhalten allein kann auch wiederum die Periode der Hörbarkeit noch nicht aufklären, denn es müßte dann auch die

---

1) Ein schönes Beispiel teilt Dr. Rempp vom Taunusobservatorium brieflich mit. Er schreibt: Wir befanden uns an einem Januartage 1912 auf Spitzbergen auf dem Wege zu einem Fesselballonaufstiege. Dr. Wagner und unser Gehilfe Dahlquist waren etwa 300—400 m zurückgeblieben und befanden sich noch auf dem Eise der Bai, ich dagegen schon auf der ca. 16 m hohen Terrasse, auf der die Ballonhalle stand. Ich schoß nun, um die Brauchbarkeit der Waffe in der Kälte zu erproben, aus einer Browningpistole Kal. 7,65 mm, deren Knall recht laut ist, 5—6 Schüsse ab. Weder Dr. Wagner noch Dahlquist haben das geringste gehört. Wagner sah wohl das Mündungsfeuer, dachte aber, ich zündete mir mit Aufwendung vieler Streichhölzer eine Zigarette an. Das Geräusch der Skier und die Ohrenklappen der Lodenmütze konnten keine genügende Erklärung darstellen. Wahrscheinlich war die Temperierung längs der Horizontalen sehr inhomogen, so daß die dadurch hervorgerufene akustische Trübung, oder wie man auch sagt, akustische Schlierenbildung den Knall der Pistole schon auf geringe Entfernung unhörbar machte. — Vemutlich waren die akustischen Verhältnisse ähnlich, als 1913 der Mechaniker Ehrhardt der Schröder-Strantz-Expedition seinen beiden Begleitern abhanden kam und wahrscheinlich erfror. Auch damals wurden offenbar Warnungsrufe und -schüsse auf kurze Entfernung nicht gehört.

Hörbarkeit im inneren Bereich im Sommer schlechter sein als im Winter. Nach den bis jetzt vorliegenden Berichten gilt die Periodizität aber einstweilen nur für den äußeren Hörbarkeitsbereich.

Ähnlich wie mit den Jahreszeiten müßte es sich auch mit dem Wechsel von Tag und Nacht verhalten. Mit fortschreitender Nacht müssen infolge Aufhörens der Rückstrahlung der Erde solche aufsteigenden Säulen warmer Luft verschwinden, und damit wird die Möglichkeit innerer Reflexionen geringer werden. Also müßte auch nachts und in den frühen Morgenstunden die Hörbarkeit am besten sein. Das ist in der Tat bei andern Schallerscheinungen schon beobachtet worden. Die Möglichkeit, diese Frage auch für den Kanonendonner zu prüfen, hängt aber natürlich noch mehr wie für die Jahreszeiten von den kriegerischen Operationen ab, außerdem von dem Beobachter selbst. Ein Versuch in dieser Richtung ergab zwar, daß oft die bessere Hörbarkeit in der Nacht betont wird. So schreibt mir z. B. Leutnant Stöcker aus Winningen an der Mosel, daß nachts draußen der Kanonendonner besonders gut zu vernehmen sei, und zwar sogar im Moseltale, das doch von 100—200 m hohen Bergen umgeben sei. Im selben Sinne äußert sich Unteroffizier Karst aus Darmstadt. Andere wieder bezeichnen die Stunde 5—6 als besonders geeignet; jedenfalls scheint in den Mittagsstunden die Hörbarkeit geringer zu sein.

Man kann nach allem nicht behaupten, daß eine Klärung dieser Fragen bereits erfolgt sei. Es ist natürlich sehr leicht zu sagen, daß Inversionen oder Windeinflüsse allein maßgebend seien, wenn man sich nicht unter Verzicht auf das Studium der jeweiligen Wetterlage darum kümmert, ob dieser Einfluß wirklich vorhanden gewesen ist, Tatsächlich gibt es für jede Hypothese ein Für und Wider, und keine kann für sich allein allen Seiten dieser verwickelten Erscheinung gerecht werden. Die Versuchung, die verschiedenen Hypothesen miteinander zu vereinigen, ist daher

sehr groß. Ich habe bereits in meiner ersten Arbeit über diesen Gegenstand die Vermutung ausgesprochen, daß die Bildung des äußeren Schallgebiets eine Folge der Reflexion an der Wasserstoffsphäre sei, seine einseitige Ausdehnung aber, ebenso die Abhängigkeit von der Jahreszeit durch die Temperatur- und Windverhältnisse in den unteren Atmosphärenschichten hervorgerufen würden. Insbesondere können also Verschwinden der Inversionen im Sommer oder Inhomogenität der Atmosphäre in horizontaler Richtung, vielleicht auch der Inversionen selber [1]), Verstummen des Kanonendonners herbeiführen.

Bei den Berichten über gehörten Kanonendonner aus dem ersten Kriegsjahre handelt es sich in der Hauptsache um Entfernungen bis zu etwa 225 km. Nur ganz wenige, und diese mit Unsicherheiten behaftet, gehen darüber hinaus. So sollte der Kanonendonner der Schlacht von Tannenberg zu Tribsow in Pommern, also auf 450 km Entfernung, gehört worden sein. Ich habe schon damals [2]) auf das Unwahrscheinliche aufmerksam gemacht, daß, wie angegeben, auf diese Entfernung sogar das Knattern der Gewehrschüsse

---

1) In diesem Sinne schreibt Rempp in seinem Briefe: Inhomogene Inversionen mittleren Niveaus trifft man bei st-cu cumuliformis und natürlich noch mehr bei cu. Es ließe sich sehr wohl denken, daß bei solchen inhomogenen Inversionen die Schlierenwirkung bzw. akustische Trübung die schallleitende Wirkung weit überwöge. Der Reichtum des Sommers an Kumulus- und kumulusartigen Wolken, überhaupt das stärkere und von Ort zu Ort verschiedene Aufsteigen der Luft in dieser Jahreszeit würde die außerordentliche Verminderung der Hörbarkeit begreiflich machen. Einen recht ausgeprägten Fall einer solchen inhomogenen Inversion hatten wir auf dem Taunusobservatorium am 4. März, und tatsächlich hörten wir an dem Tage im Gegensatz zu den beiden Vortagen nichts. (Allerdings herrschte auch starker Nordost und der Wald rauschte stark.)

2) Sitzb. 1915, 3, S. 34.

gehört worden sei[1]). Dann wollen Postverwalter Kreplin aus Helbra (Mansfelder Seekreis) und Frau an einem Sonntagnachmittag im August 1914 deutlich Kanonendonner gehört haben. Es würde sich dabei um eine Entfernung von 600—700 km von der nächsten Frontstelle handeln. Noch mehr unsicher erscheint ein Fall, den W. Krebs[2]) anführt, bei welchem die Artillerietätigkeit vor Belgrad in Heilbronn, also auf beinahe 1000 km Entfernung, gehört sein soll. Krebs schließt aus der Wetterlage, daß die Herkunft des Schalls im Osten gelegen habe, und daß er durch einen Hochsturm geradeswegs von Belgrad nach Heilbronn gelangt sei.

Bei den Berichten neueren Datums aber, die sich in der Hauptsache auf die Kämpfe vor Verdun beziehen, sind Reichweiten von 300—400 km keine Ausnahme mehr (siehe die Tabelle am Schluß). Im Vergleich zu den Reichweiten aus dem ersten Kriegsjahr handelt es sich danach um eine Überschreitung der äußersten Grenze der Hörbarksit im Maximum um 150 km, durchnittlich um mindestens 100 km. Wenn man die Angaben von Fauth[3]), der sich selbst wieder

---

1) In „Das Wetter“ 33, S. 72, gibt auf meine Bemerkung hin Postmeister Fuhr folgende eigenartige Erklärung des vermeintlichen Gewehrknatterns: Auch er hörte an einem klaren heißen Sommertage, gemeinsam mit seinem Vater und seinem Bruder, ein leises, aber deutlich vernehmbares Knattern. Ihre erste Annahme war, daß in einer Entfernung von einigen Kilometern gefechtsmäßiges Schießen abgehalten würde. Aber es war Sonntag Nachmittag im Frieden, eine Garnison nicht in der Nähe. Bei schärferem Lauschen schien ihm das Geräusch ganz aus der Nähe zu kommen. In einer Entfernung von 20 Schritt fand er nun eine Halde, bedeckt mit tausenden Sträuchern des Besenginsters; in deren Mitte stehend hörte er jetzt das Knattern noch lauter und sah, wie in der heißen Sonnenglut eine reife Schote nach der anderen aufsprang, und zwar mit einem feinen, aber scharfen Knall, der an entfernte Gewehrschüsse erinnerte.

2) W. Krebs, Hörweite des Geschützdonners. Art. Mon. Nr. 110, S. 111.

3) Würzburger Gen.-Anz. vom 9. 3. 16.

auf einen ungenannten, hinter der Front beschäftigten Astronomen beruft, als zutreffend annimmt, würde sich in einzelnen Fällen sogar eine Reichweite von über 600 km ergeben.

Man könnte sich zunächst auf den Standpunkt stellen, diese Vergrößerung der bei der letzten Verdunoffensive beobachteten Reichweite sei nur scheinbar, indem viele durch die häufigen Zeitungsnotizen über Hörbarkeit von Kanonendonner auf derartige Beobachtungen erst aufmerksam geworden seien. Tatsächlich sagt ja jetzt der eine oder andere, er glaube schon früher, zu Beginn des Krieges, auf solche Entfernungen den Kanoneudonner gehört zu haben, und habe sich nur gescheut, es auszusprechen, um sich nicht lächerlich zn machen. Aber es lassen sich auch Gründe dafür ins Feld führen, daß es sich wirklich um eine Vergrößerung der Reichweite handelt. Auf veränderte atmosphärische Verhältnisse wird sie wohl nicht zurückzuführen sein, wohl aber einmal auf die seit Kriegsbeginn sehr verstärkte Anwendung größerer Kaliber mit Sprengstoffen von ungeheurer Gewalt, zweitens auf die ganz unerhörte Anhäufung von Artilleriemassen an einzelnen Frontstellen.

Trotzdem scheint die Frage, wie sich die gewaltige Ausbreitung des Schalls mit dem Gesetz verträgt, daß die Schallenergie mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, schwer zu beantworten zu sein. Nach W. Krebs[1]) hat der japanische Physiker Terada dieselbe Frage bei einem anderen Gegenstande untersucht, dem Seedonner vor der Bucht von Tokio. Terada konnte erstens feststellen, daß diese Geräusche der Küstenbrandung zuzuschreiben sind; zweitens fand er die Erklärung für die große Reichweite ihrer Hörbarkeit in der linienartigen Ausdehnung der Schallquelle. Wenn die erzeugten Schallwellen nur ungefähr dieselbe Schwingungsphase aufweisen, werden sie sich statt

1) a. a. O. S. 112.

auf einer Kugelfläche auf einer Zylinderfläche ausbreiten. Dann aber nimmt die Schallstärke nicht mehr mit dem Quadrat der Entfernung ab, sondern ungefähr mit der ersten Potenz; d. h. in 300 km Entfernung, geradlinige Fortpflanzung vorausgesetzt, würde die Schallenergie immer noch $\frac{1}{300}$ von derjenigen in 1 km sein, statt, wie bei quadratischer Abnahme, $\frac{1}{90000}$. Allerdings handelt es sich bei der Aufstellung und dem gleichzeitigen Schießen der Artillerie an solchen Frontstellen wie vor Verdun gar nicht mehr um eine punktförmige Schallquelle, wie etwa bei Explosionen oder den Einzelschüssen aus schweren Kalibern, die früher am meisten in der äußeren Zone gehört wurden, sondern um eine linienförmig ausgedehnte Schallquelle. Trotzdem erscheint die Anwendung dieser Theorie des Japaners auf das Trommelfeuer der Verdunkämpfe nicht gut möglich; denn bei den Entfernungen von 300 km und mehr müßte die Schallquelle mindestens eine Ausdehnung haben, die von der Größenordnung vieler Zehner-Kilometer wäre, was wohl doch nicht zutreffen dürfte.

Vielleicht handelt es sich bei der Erscheinung um eine Resonanzwirkung. Durch das ungeheure Artilleriekonzert können die Schwingungen auf sehr weite Entfernungen übertragen werden, ohne daß zunächst unsere Ohren infolge dieser geringen Energie imstande sind, einen Schall wahrzunehmen. Treffen nun solche immer wiederkehrenden Schwingungen auf geeignete Stellen des Luftmeeres, so können diese durch Resonanz zum Mitschwingen erregt werden. Es würde sich da in erster Linie um geschlossene Luftmengen handeln, die den „Seiches“ der Seen und Meere entsprechen würden. Solche sind etwa Täler und Schluchten, die ganz oder zum großen Teil von Bergen umschlossen sind. Ihre Eigenschwingung braucht dabei keineswegs mit den ankommenden Schwingungen übereinzustimmen, sondern es genügt, wenn

diese einen Oberton der Eigenschwingung bilden. Dann würde schließlich diese eingeschlossene Luftmenge selbst zu schwingen anfangen und dadurch die Schallempfindung im Ohr bewirken.

Tatsächlich ist ja oft beobachtet worden, daß man den Schall nicht auf den Bergen am besten hört, sondern in Tälern und Schluchten. Ich selbst habe zur Zeit der ersten Verdunkämpfe im März den Kanonendonner in Marburg am besten in der Schlucht unterhalb Hansenhaus links gehört, durch welche die Kirchhainer Straße führt. Auch von anderen werden sehr oft bestimmte „gute Stellen" angeführt; in der Regel handelt es sich um Mulden, in denen man den Kanonendonner sehr deutlich höre, während er einige Schritte abseits überhaupt nicht mehr hörbar sei. Aus den mir zugegangenen Berichten läßt sich eine ganze Reihe solcher Beobachtungen zusammenstellen.

Oberstein (Jungbluth): Der K. D. ist auf den Höhen schwächer hörbar als im Tale, am deutlichsten vor den hohen nach Westen liegenden Felswänden. An einzelnen Stellen sind ohne erkennbaren Grund die Schläge besonders stark. Im Mai 1915 wurde nur an einem Tage noch K. D. beobachtet; dies war in einer lichten Mulde, „einem guten Platz". In einem anderen Schreiben desselben Herrn heißt es: Stets waren mir auffällig einige Stellen, an welchen man ohne sichtlichen Grund den Ton besonders gut hörte, z. B. Eisenbahnunterführung, Kanaleingang, tiefliegende Gärtnerei, im Gewächshaus, Kirchhof an einer Stelle. Trotzdem man auch auf den Bergen den K. D. hört, ist man noch mehr überrascht über die Wucht des Knalls in den Straßen der Stadt, die allerdings in einem Schalltrichter liegt, der im N und O von steilen Felswänden eingeschlossen ist.

Hochstätten b. Auerbach (Dietze): Wir vernahmen jedoch den Schall nur an einer ganz bestimmten Stelle; das Hochstätter-Tal, in dessen ansteigendem letzten Viertel wir uns befanden, verengt sich an jener Stelle wie eine Art Hörtrichter. In Cortem (Hof) war der K. D. nicht nur auf den Höhen, sondern auch in dem von allen Seiten von hohen Bergen eingeschlossenen Tal zu hören.

Lauterbach i. H. (Schirmann): Der K. D. war in den Tälern öfter sehr gut, auf den Höhen teils schlecht, teils gar nicht wahrnehmbar.

Frankenthal (Hussong): Es fiel mir auf, daß man auf der Höhe des Bismarckturmes keineswegs mehr oder deutlicher hörte als am Fuß; ich bildete mir eher das Gegenteil ein; am stärksten hörte ich den K. D. auf einer Waldlichtung.

Buchsweiler (Ernst): Manchmal hört man den K. D. in einer tiefen Schlucht viel deutlicher als auf der Höhe.

Lahr (Schauenburg): Unter dem Gewölbe unseres Hauseingangs nimmt man sozusagen jeden Schuß wahr, wenn auch sonst nirgends etwas zu hören ist. Wenn unsere Bekannten ein wenig gruselig werden wollen, kommen sie und spitzen vor unserer Tür die Ohren.

Osthofen (Kurtz): Der Schall war am besten zu hören in einem ziemlich eingebauten Garten.

Aschaffenburg (Pfeiffer): Ein zum Hören gut geeigneter Platz ist das Luftbad, vielleicht weil es von einer hohen Bretterwand umgeben ist.

Waldheim b. Oberdachstetten (Woesch): Interessant ist, daß in der Tiefe des Steinbruchs bei Obernzenn jede Detonation besonders deutlich empfunden wird.

Feldberg i. Taunus (Jose): In halber Höhe des Berges war der K. D. sehr deutlich zu hören, auf der Höhe nicht. Forsthaus Platte i. T. (Jose): Auf dem Wege dorthin war im sog. Rabengrund (einer Talmulde) ununterbrochenes Geschützfeuer zu hören, auf der Höhe nichts mehr.

Trier (Tr. Ztg.): Davon, daß man den K. D. zwischen den Bergen besser hört als in der Ebene, wird sich schon jeder Spaziergänger überzeugt haben.

Alzey (Levi): K. D. ist im Tal schwach, in einem Steinbruch am Talhang sehr gut hörbar.

Pforzheim (Gauß): Im Walde ist die Hörbarkeit ganz schwach; kommt man aber ins Tal der Enz, so ist der K. D. wieder gut hörbar.

Malchen i. Odenwald (Dietze): Am deutlichsten vernehmbar waren die Detonationen in einer Einbuchtung des Malchen. Nach deren Verlassen war der K. D. zwar noch heftig, aber wesentlich unklarer.

Kirn a. d. Nahe (Petermann): In tiefen Talmulden hörte man das Schießen oft stärker als auf hohen Bergen.

Taunusobservatorium (Rempp): Auf der Kuppe hörte man am 17. Mai 16 ziemlich schwach K. D., auf dem Turm gar nichts, zwischen den Häusern dagegen besser als auf der Kuppe. Am 20. Mai 7 p. war auf der Bank vor dem kleinen Wohnhause der Station und

bis zu einigen Metern vor dessen Front deutlich Trommelfeuer zu hören, anderswo nicht das geringste.

Eigenartig ist die Tatsache, und mit Recht sind daher Bedenken geltend gemacht, daß, während die Kanonade vor Verdun ein beständiges Rollen ist, man z. B. hier in Marburg nur einzelne Schläge hörte, die allerdings keineswegs scharf begrenzt waren, sondern bei kurzer Gesamtdauer allmählich an- und abschwollen. Entweder läßt sich dies auch mit Resonanzwirkung erklären, indem solche Luftstellen eben nur auf die größeren Luftwellen, die zu den schweren Kalibern gehören, ansprechen. Dazu würde die oft gemachte Beobachtung stimmen, daß sich die Schläge oft in regelmäßigen Zeitabschnitten wiederholten. Eine andere Erklärungsmöglichkeit wäre folgende: Die Kanonade wird ebenfalls in ihrer Stärke ein Schwanken um einen freilich recht hohen Mittelwert der Intensität aufweisen. Wenn nun bis Marburg oder auf ähnliche Entfernungen der Schall im allgemeinen bis unter die Grenze der Hörbarkeit herabgesunken ist, werden nur die kurzen Zeiten der stärksten Intensität die physiologische Reizschwelle der Hörnerven überschreiten und einen wahrnehmbaren Eindruck hervorrufen.

Ein weiteres Eingehen auf die oben behandelten Fragen war mir z. Zt. nicht möglich. Auch einige andere Tatsachen, die mir bei der Durchsicht und der Bearbeitung der Berichte auffielen, können einstweilen nur gestreift werden. Dahin gehört z. B. die offenbare Unabhängigkeit der Hörbarkeit des Kanonendonners von der Windrichtung, was nicht nur aus einzelnen Beobachtungen hervorgeht, sondern auch aus solchen, die sich über längere Zeiträume erstrecken und regelmäßige Angaben, z. T. auf wissenschaftlicher Grundlage, über Windrichtung und Windstärke in verschiedenen Höhen enthalten.

Eigentümlich ist auch die Erscheinung, daß der Schall oft nicht sowohl mit dem Ohr als vielmehr mit dem ganzen

Körper aufgenommen, also als Schlag oder Erschütterung gespürt wird. Es möge unter den vielen Beispielen dafür ein besonders überraschendes hier mitgeteilt werden: Ein alter Herr in Oberstein, der fast gar nichts mehr hört, kam zu meinem Gewährsmann dort und entdeckte plötzlich, daß, wenn er seinen Spazierstock mit der runden Krücke an den Fensterrahmen und das andere Ende ans Ohr hielt, alsdann für ihn der Kanonendonner deutlich vernehmbar wurde; und zwar nicht nur dies eine Mal, wo es eine Art von Suggestion hätte sein können, sondern zu jeder Zeit, Tag und Nacht.

Überhaupt bieten die Berichte im einzelnen viel Anziehendes. Als Beispiel möge der Brief eines Hauptmanns wiedergegeben werden, der zeigt, daß bei den Artilleriedueller auch mal das Umgekehrte eintreten kann wie das übliche gewaltige Donnern. Er schreibt:

Ich hörte gestern (15. 3. 16) gegen 9.30 abends ganz gedämpften, aber offenbar von vielen Geschützen herrührenden K. D. Aus meinem Unterstande heraustretend sah ich zu meinem Erstaunen, daß in einem an meinen Gefechtsabschnitt angrenzenden Nebenabschnitt ein heftiger Artilleriekampf von hüben und drüben geführt wurde. Man sah das Aufblitzen jedes Schusses und die gelblich-grellen Einschläge der Granaten auf deutscher und feindlicher Seite. Dabei hörte man, wie bereits erwähnt, fast garnichts. Meine Herren, die ich aus dem Unterstand herausrief und auf die Erscheinung aufmerksam machte, waren aufs höchste verwundert, und einer meinte, es scheine, daß auf beiden Seiten nur Scheinschüsse gelöst würden. Der Geschützkampf, der nur etwa 3—4 km entfernt stattfand, dauerte etwa ¾ Stunde. Kurz vor seiner Beendigung rief mich der Adjutant meines Stabes, der sich etwa 4 km hinter der vordersten Linie befand, telephonisch an und teilte mir im Laufe des Gespräches mit, daß eigentlich seit einer halben Stunde ein Feuerüberfall auf die feindlichen Linien gemacht werden sollte, die Sache sei aber anscheinend ausgefallen, da man bisher noch kein Schießen gehört habe. Ich konnte ihm nur erwidern, daß ein Geschützkampf schon längst im Gange sei, daß aber heute Abend „nur leise geschossen" würde, was der Adjutant als ein Anulken von mir auffaßte. Es herrschte an dem genannten Tage außergewöhnlich schönes und warmes Wetter, und während des Artilleriekampfes zog ein Gewitter

— das erste in diesem Jahre bei uns — mit heftigen Blitzen, aber nur schwachem Donner über uns weg.

Eine ähnliche Erscheinung zeigte sich nach einer Notiz im Hannov. Kurier vom 15. Mai 16 bei einem Gefecht zwischen deutschen und russischen Kriegsschiffen. Es heißt dort aus Nyköping 15. Juni: Der Wind kam vom Lande, das Knallen hat man nicht gehört, doch sah man die Feuerblitze.

Zum Schluß möge eine Übersicht über die z. T. außerordentlich großen Entfernungen gegeben werden, die bei Geschützdonner und anderen starken Schallerscheinungen erreicht wurden.

Zusammenfassung großer Reichweiten des Geschützdonners.

Nr.	Jahr	Schallort	Hörbar in	Entf. in km	Bemerkungen
a) Einige Reichweiten von Geschützdonner, Explosionsknallen aus früheren Zeiten.*)					
1	1792	Mainz	Einbeck	240	Geschützfeuer
2	1809	Helgoland	Hannover	260	„
3	1813	Leipzig	Ober-Oestreich	310	„
4	1832	Antwerpen	Sächs. Erzgebirge	590	„
5	1866	Königgrätz	Freib. Bergwerke	185	„ (Mitt. v. Prof. Klein, Darmstadt)
6	1903	Förde	Eisenach	170	Explosion
7	1906	Witten-Annen	Schweinfurt	263	„
8	1912	Wiener Neustadt	Berg op Landshut	294	„
9	1909	Asama-Yama	Sakunami	280	Vulkanausbruch
10	1912				
11	1883	Krakatau	Rodriguez (östl. Madagaskar)	4775	„
b) Größte Reichweiten nach Beobachtungen aus dem gegenwärtigen Kriege. α) Frühere. **)					
1	1915	Verdun	Bensheim	225	
2	„	„	Heidelberg	225	
3	„	„	Eppingen	240	
4	1914	„	Eberbach	250	
5	1915	Oberelsaß	Arlbergstraße	250	
6	1914	Tannenberg	Tribsow i. P.	450	sehr unwahrscheinlich, da das Knattern d. Gewehrschüsse gehört sein soll

*) Größtenteils nach W. Dörr: Met. Zs. 32, S. 213.

**) Sitzber. Marburg 1915, 3, S. 28 ff.

β) Größte Reichweiten bei der Verdunoffensive 1916.

Nr.	Jahr	Schallort	Hörbar in	Entf. in km	Bemerkungen
1	1916	Verdun	Karlsruhe	220	
2	„	„	Freiburg	225	
3	„	„	Rheydt	225	
4	„	„	Odenkirchen	225	
5	„	„	Braunfels a. Lahn	260	
6	„	„	Viersen	260	
7	„	„	Elberfeld	265	
8	„	„	Wetzlar	265	
9	„	„	Gießen	280	
10	„	„	Aschaffenburg	285	
11	„	„	Reiskirchen b. Gieß.	290	
12	„	„	Spessart	300	
13	„	„	Wertheim a. Main	300	
14	„	„	Neustadt a. Main	300	
15	„	„	Vogelsberg	300	
16	„	„	Marburg	300	
17	„	„	Lauda i. Baden	310	
18	„	„	Lauterbach	320	
19	„	„	Bad Tölz	320	
20	„	„	Ziegenhain	335	
21	„	„	Corbach i. Waldeck	340	
22	„	„	Würzburg	340	
23	„	„	Ulm	350	
24	„	„	Homberg (H.-N.)	350	
25	„	„	Rothenburg a. T.	350	
26	„	„	Waldheim b. Oberdachstetten	355	
27	„	„	Nd.-Marsberg i. W.	360	
28	„	„	Cassel	370	
29	„	„	Ansbach	370	
30	„	„	Sennelager	370	
31	„	„	Gunzenhausen	380	
32	„	„	Heiligenstadt (Eichsf.)	400	

Sodann sprach Herr *F. A. Schulze* über:

Das Vorkommen von Radioaktivität in der Umgebung von Marburg.

Messungen über Radioaktivität in der Umgegend von Marburg sind bisher nur in sehr geringer Zahl vor längerer Zeit von H. W. Schmidt und K. Kurz [1]) mit dem von ersterem angegebenen Apparat ausgeführt worden. Ihre Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Ort	Quelle	Gestein	Radioaktivität in Macheeinheiten
Fronhausen (15 km nördlich von Gießen)	Laufender Brunnen	?	3,2
„Am Vogelherd", ½ km südsüdöstlich Forsthaus Cappel bei Marburg	Schwache Quelle	Buntsandstein (tonige Schichten)	3,7
Pfad von Marburg nach dem Frauenberg im Eselsgrund	Sehr schwache Quelle, trübes Wasser	Buntsandstein	1,0
„Heukratsruhe", links der Straße Marburg-Großseelheim	Quelle läuft kleins fingerdick	„	1,0
Daselbst	Sehr schwache Quelle		1,7
Straße Marburg-Schröck	„Elisabethbrunnen", schwach, fließt erst einige Zeit in weitem Rohr		1,9

1) H. W. Schmidt und K. Kurz, Physikal. Ztschr. 7, S. 209. 1906.

In Ergänzung zu diesen Messungen gebe ich die Resultate einiger weniger Messungen, die ich auf dem Frauenberg bei Marburg vor kurzem ausgeführt habe. Ich hoffe, demnächst diese kleine Zahl von Messungen zu einer größeren Reihe von Messungen der Radioaktivität an verschiedenen Stellen der Umgebung von Marburg erweitern zu können; erst dann werden diese bisher noch recht vereinzelten zusammenhangslosen Zahlen vielleicht im Zusammenhang mit anderen, namentlich mineralogischen und geologischen Daten, weitergehende Schlüsse zu ziehen gestatten.

Es wurde untersucht die etwa 100 m nordwestlich des Kurhauses auf dem Frauenberg ca. 10 m tief gelegene vor mehreren Jahren erbohrte, mit Windmotor versehene Quelle, sowie das Wasser eines wenige Schritte südlich des Kurhauses gelegenen Reservoirs, das durch eine ca. 8 km lange Rohrleitung aus einer bei Ilschhausen gelegenen Quelle gespeist wird.

Die erstgenannte Quelle zeigte wechselnde Radioaktivität; so hatte das schon mehrere Tage im Reservoir befindliche Wasser eine Radioaktivität von 4,5 Macheeinheiten, während das nach längerem Regen frisch entnommene Wasser 3,8 Macheeinheiten hatte. Es wird von Interesse sein, dieses wechselnde Verhalten in weiteren Versuchen auf seine Ursachen hin zu verfolgen. Wie man sieht, sind diese Zahlen noch etwas höher als die von Schmidt und Kurz gefundenen Werte.

Das Wasser der zweitgenannten Quelle hingegen zeigte eine kaum meßbare Radioaktivität; sie betrug ca. 0,7 Macheeinheiten.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 6 Dezember 1916

Am 13. Dezember fand eine ordentliche Sitzung statt.

Der Vorsitzende F. Richarz eröffnete die Sitzung mit folgender Ansprache:

Am 14. Juli war ein Jahrhundert seit der Gründung unserer Gesellschaft verflossen. Der Vorstand hat es für richtig gehalten, in der jetzigen Zeit von einer Feier abzusehen; hat dagegen mich beauftragt, aus den Akten der Gesellschaft einiges über die Gründung zu ermitteln und in der letzten Sitzung des Jahres vorzutragen.

In der der Gründung vorangehenden Zeit hatten an unserer Universität bereits mehrfach wissenschaftliche Vereinigungen vorübergehend bestanden. Sie zerfielen, meist, weil sie ihre Ziele nicht ausschließlich auf die Pflege der Wissenschaft richteten, sondern auch gesellschaftliche Unterhaltung und Vergnügung bezweckten. Es war wohl in dem Ernste der Zeit nach den Befreiungs-Kriegen begründet, daß man nunmehr wissenschaftliche Vereinigungen ohne solche Nebenzwecke begründete. Einige Liebhaber der Naturgeschichte, heißt es in den Akten, Hofrat Merrem, Oberforstmeister v. Wildungen, Oberbergrat Ullmann, Professor Bünger und Professor Herold vereinigten sich zunächst für einen speziellen Zweig, die Ornithologie, „und das Gedeihen dieser Unternehmung, obwohl sie nur privatim bestand, zeigte hinlänglich, daß Gegenstände dieser Art bei festem Willen und

männlicher Beharrlichkeit keineswegs unter die unmöglichen gehören".

Auf die Dauer aber machte sich die Erkenntnis geltend, daß das Gebiet dieses ornithologischen Klubs, wie er sich nannte, zu eng gefaßt war. Es vereinigten sich daher der Oberbergrat I. C. Ullmann und der Professor C. W. Muncke „zur Gründung einer öffentlichen Gesellschaft, welche den gesamten Naturwissenschaften gewidmet sein sollte, und gaben sich das gegenseitige Versprechen, sich bei diesem Unternehmen durch die etwa entstehenden Hindernisse nicht abhalten zu lassen, wie auch der Erfolg ihrer Unternehmung sein möchte". Diese beiden sind mithin als die eigentlichen Begründer unserer Naturforschenden Gesellschaft zu betrachten. Ullmann war Professor der Berg- und Hüttenkunde an der Universität seit dem Jahre 1793; er starb 1821 nur 50 Jahre alt. Muncke war Physiker, seit 1810 in Marburg, und wurde 1817 nach Heidelberg berufen, wo er noch lange tätig war. Er ist bekannt als Mitarbeiter und Mitherausgeber von Gehlers Wörterbuch der Physik. Sie zogen zunächst die Mitglieder des Ornithologischen Klubs und noch einige andere Naturforscher und Mediziner zur Ausführung ihres Planes hinzu. Es waren dies der schon vorhin erwähnte in Marburg noch lebhaft in der Erinnerung fortlebende Oberforstmeister von Wildungen; er ist bekanntlich im Walde oberhalb der Landesheilanstalt beerdigt; Hofrat Wurzer, früher Arzt in Bonn a. Rh., dann Professor der Chemie und Arzneiwissenschaft an der dortigen französischen Medizinischen Central-Schule, und von 1804 bis 1844 an der Universität Marburg; es ist heute von besonderem Interesse, daß er von Bonn aus an die Hochschulen zu Lüttich, Gent und Löwen berufen werden sollte, aber ablehnte. (Dies entnehme ich seinen autobiographischen Notizen, die mir vom Enkel, Herrn Major Wurzer, freundlichst zur Verfügung gestellt wurden.) Ferner der Botaniker Wenderoth; der Mediziner Professor Hofrat Busch, der Großvater des berühmten Bonner Chirurgen; der

Gynäkologe Stein; sodann der bereits als Mitglied des Ornithologischen Klubs genannte Hofrat Merrem, Professor der Zoologie, Botanik und National-Oekonomie, welcher im Jahre 1817 das erste Zoologische Institut in Marburg begründete, worüber näheres in einem Berichte von Herrn E. Korschelt, unserem früheren langjährigen Vorsitzenden, zu finden ist. (Verhandlungen der deutschen Zoologischen Gesellschaft auf der 16. Jahresversammlung zu Marburg, 5.—7. Juni 1906, Seite 20 und 21.) Weiter noch die Professoren der Medizin Bünger und Lucae; des letzteren Familie hat ebenso wie diejenige Wurzers sich dauernde Anhänglichkeit an Marburg bewahrt und ist noch heute in unserer Stadt vertreten; endlich der Prosektor der Anatomie Moritz Herold, seit dem 1824 erfolgten Tode Merrem's dessen Nachfolger in der Direktion des Zoologischen Institutes.

In der ersten Sitzung, durch welche die Gesellschaft gegründet wurde, am 14. Juli 1816, wurde Ullmann zum Vorsitzenden, Muncke zum Schriftführer der Gesellschaft gewählt; als erstes Mitglied des engeren Ausschusses Merrem, und als weitere Mitglieder des Vorstandes Wurzer und von Wildungen. Die Satzungen mußten zur Genehmigung der Kurfürstlichen Regierung vorgelegt werden. In den Akten findet sich der Vermerk, daß sie „wider Erwarten in gnädigen Ausdrücken genehmigt worden seien, und man sich höchsten Ortes für die Neugründung zu interessieren scheine". Die Kurhessische Regierung hat die Zusage ihres Wohlwollens auch wirklich betätigt; sie ließ der neugegründeten Gesellschaft eine solche Unterstützung zuteil werden, daß sie in der Lage war, stets ihre Konstitution als Akademie zu bewahren. Es wurden niemals Mitgliederbeiträge erhoben; man kann sich nicht zum Eintritt melden, vielmehr werden die Mitglieder durch Zuwahl ernannt; die Zahl der ordentlichen stimmfähigen Mitglieder ist beschränkt. Die von der Regierung, ursprünglich der Kurhessischen, und ihrer Rechtsnachfolgerin, der Preußischen, gewährte Unterstützung er

möglichte stets die Herausgabe der Schriften, deren Verzeichnis beigegeben ist; seit 1866 auch der Sitzungsberichte, und außerdem gelegentliche Unterstützung wissenschaftlicher Untersuchungen.

Nachdem alle formellen Vorbereitungen, Druck der Satzungen, Beschaffung eines Vereinssiegels usw. vollendet waren, wurde auf den 2. April 1817 die erste feierliche öffentliche Sitzung der Gesellschaft angesetzt. Der Vorstand hatte für diese „Inauguration" der Gesellschaft um das Auditorium maximum der Universität gebeten, erhielt jedoch eine abschlägige Antwort. Die Versammlung fand daher im Rittersaale des Deutschordens-Hauses statt. Weiterhin stellte dann die Kurfürstliche Regierung der Naturforschenden Gesellschaft Räume im Schloß zur Benutzung in Aussicht. Ueber dessen damalige anderweite Verwendung gibt die im Schloßhof angebrachte Tafel Auskunft. Es ist aus den Akten nicht zu ersehen, daß tatsächlich einmal Sitzungen im Schloß stattgefunden haben.

Alsbald nach der Begründung der Gesellschaft wurde eine größere Anzahl von Ehrenmitgliedern ernannt. Die Gesellschaft griff bis zu den höchsten Spitzen der Behörden und der Wissenschaft. Unter den Ehrenmitgliedern befanden sich unter anderen Göthe, Alexander von Humboldt und der Princeps mathematicorum, Gauß. Wenn daher in neuer Zeit die Gesellschaft den Grafen Zeppelin zum Ehrenmitglied ernannt hat, so führt sie damit ein Herkommen weiter, welches ihr bei der Begründung mitgegeben worden ist. Allerdings fand die Ernennung des Grafen Zeppelin zum Ehrenmitglied unserer Gesellschaft unter ganz besonderen Umständen statt, nämlich am Abend des Unglückes von Echterdingen. Graf Zeppelin hat damals in einem äußerst liebenswürdigen Schreiben für die Ernennung gedankt. Und jetzt bin ich in der Lage Ihnen, meine hochverehrten Anwesenden, seinen Glückwunsch zu dem Jubiläum unserer Gesellschaft mitteilen zu können; er lautet:

„Die Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften, deren Ehrenmitglied ich mich mit Stolz nenne, beglückwünsche ich herzlich zu dem seltenen Rückblick auf eine 100jährige Tätigkeit. Möge Ihre Gesellschaft, wie in dem vergangenen, so auch in den kommenden Jahrhunderten eine Pflegstätte deutscher Wissenschaft und geistiger Kulturarbeit bleiben, zur Ehre des deutschen Namens! Mit ausgezeichneter Hochachtung

Graf Zeppelin."

Ich werde in Ihrer aller Sinne handeln, wenn ich dem Manne, der der Stolz und der Liebling unseres deutschen Vaterlandes ist, den ehrerbietigsten und wärmsten Dank der Gesellschaft ausspreche.

Unter den korrespondierenden Mitgliedern, die unsere Gesellschaft bei ihrer Begründung ernannte, erwähne ich noch den Berginspektor Leopold Bleibtreu zu Rheinbreitbach; seine Bedeutung, die mir zufällig auch persönlich bekannt ist, findet man erwähnt in Poggendorffs Biographischem Wörterbuch. Es waren ihm unterstellt die Kupferbergwerke der dortigen Gegend, und man kann nur angesichts der jetzigen Wichtigkeit der Kupfergewinnung mit Bedauern daran denken, daß jene und viele andere Kupferbergwerke Deutschlands in der Zwischenzeit stillgelegt wurden.

Ferner befand sich unter den korrespondierenden Mitgliedern der damalige kurhessische Oberst G. W. L. F. von Dalwigk zu Camp (Dalwigksthal in Waldeck), später kurhessischer Generalmajor und Kommandant von Hanau, Senior der Familie, die auch jetzt noch in unserer Gesellschaft durch den Professor der Angewandten Mathematik Friedrich von Dalwigk vertreten ist.

Es ist nicht meine Aufgabe, die weitere Entwickelung unserer Gesellschaft hier darzustellen. Freuen wir uns, daß sie kräftig gediehen ist, sodaß sie selbst in der jetzigen Zeit des Krieges wissenschaftlich tätig ist, trotz gleichzeitigen

Heeresdienstes vieler ihrer Mitglieder. Betrachten wir dies als ein gutes Vorzeichen für die zukünftige Tätigkeit unserer Gesellschaft nach dem ersehnten siegreichen Friedensschluß.

Verzeichnis der Schriften der Gesellschaft.

Band 1. 1823.

1. *Wurzer,* Ueber die Anwesenheit des Quecksilbers im Kochsalze.
2. *Wurzer,* Analyse eines menschlichen Blasensteins.
3. *Gerling,* Beschreibung eines Hütchens zur Aufhängung der Magnetnadel in Kompassen.
4. *Herold,* Physiologische Untersuchung über das Rückengefäß der Insekten.
5. *Bartels,* Nachricht von einigen Versuchen an Enthaupteten, die Irritabilitäsverhältnisse betreffend.
6. *Wenderoth,* Beiträge zu der Flora von Hessen.
7. *Hessel,* Einiges über Basaltberge und über die Lagerungsverhältnisse der Basaltsäulen an einem und demselben Basaltberge.
8. *Binge,* Beschreibung des Torflagers am Ausflusse des Cismarischen, sogenannten Klostersees und der Umgegend.
9. *Wilbrand,* Ueber die Familien der Säugetiere und der Vögel.
10. *Brandes,* Bemerkungen über die Zersetzbarkeit des sauren schwefelsauren Natrons.

Band 2. 1828.

1. *Wiegemann,* Ueber das Einsaugungs-Vermögen der Wurzeln.
2. *Bartels,* Ueber innere und äußere Bewegung im Pflanzenreiche und Tierreiche.
3. *Ritgen,* Ueber die Aufeinanderfolge des ersten Auftretens der verschiedenen organischen Gestalten. 2. Abteilung: Andeutungen zu einer natürlichen Gruppierung der Pflanzenwelt.
4. *Gerling,* Die Höhe Marburgs über dem Meere.
5. *Wurzer,* Chemische Analyse wesentlich wesentlich verschiedener Harnsteine.
6. *Wurzer,* Wer gab die erste Idee einer aerostatischen Maschine an?

Band 3. 1832.

Ritgen, Entwicklungsgeschichte der menschlichen Frucht. Probefragment einer Physiologie des Menschen.

Band 4. 1839.

Wenderoth, Versuch einer Charakteristik der Vegetation von Kurhessen.

Band 5. 1844.

Hessel, Versuche über Magnet-Ketten.

Band 6. 1848.

Danz und *Fuchs,* Physisch-medizinische Topographie des Kreises Schmalkalden.

Band 7. 1849.

Schreiber, Physisch-medizinische Topographie des Physikatsbezirks Eschwege.

Band 8. 1857.

1. *R. Kohlrausch,* Praktische Regeln zur genaueren Bestimmung des spezifischen Gewichts.
2. *Wigand,* Ueber die feinste Struktur der vegetabilischen Zellenmembran.
3. *Kolbe,* Ueber eine neue Bildungsweise des Benzylwasserstoffs und die chemische Konstitution der Aldehyde.
4. *Bromeis,* Das Geisirphänomen imitiert durch einen Apparat nach Bunsen's Geisirtheorie.
5. *Schell,* Ueber die Berührung ebener Kurven mit der Parabel.
6. *Falk,* Beiträge zur Kenntnis der Bildungs- und Wachstumsgeschichte der Tierkörper.
7. *Rosen,* Ein merkwürdiger Fall von Fistelbildung.

Band 9. 1872.

1. *Claudius,* Das Leben der Sprache.
2. *Fürstenau,* Neue Methode zur Darstellung und Berechnung der imaginären Wurzeln algebraischer Gleichungen durch Determinanten der Coefficienten.
3. *Wigand,* Der Botanische Garten zu Marburg.
4. *Heusinger,* Geschichte des Hospitals Sanct Elisabeth.
5. *Claus,* Beiträge zur Kenntnis der Ostracoden.
6. *Melde,* Experimentaluntersuchungen über Blasenbildung in kreisförmig zylindrischen Röhren. I. Die Libellenblasen.
7. *Carius,* Neue Synthese aromatischer Säuren.
8. *Dohrn,* Zur Kenntnis der Müller'schen Gänge und ihrer Verschmelzung.
9. *Wigand,* Ueber Darwin's Hypothese „Pangenesis".

10. *Melde,* Experimentaluntersuchungen über Blasenbildung in kreisförmig zylindrischen Röhren. II. Quecksilberblasen.
11. *Lieberkühn,* Ueber Bewegungserscheinungen der Zellen.

Band 10. 1871—74.

1. *Speck,* Untersuchungen über Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureausatmung der Menschen.
2. *Dohrn,* Die geburtshülflichen Operationen in Kurhessen während der Jahre 1852—1866.
3. *A. v. Koenen,* Das Miocaen Nord-Deutschlands und seine Mollusken-Fauna.
4. *Weiß,* Beitrag zur Kenntniß der Nauheimer Soolsprudel.
5. *Lieberkühn,* Ueber das Auge des Wirbeltierembryo.
6. *Pfannkuch,* Statistik der geburtshülflichen Operationen in Kurhessen während der Jahre 1868—1870.
7. *Beneke,* Zum Verständnis der Wirkungen der Seeluft und des Seebades.
8. *Lahs,* Zur Kenntnis der Wirkungen der Lageänderungen der Frucht innerhalb des Fruchtwassers.
9. *Dohrn,* Die geburtshülflichen Operationen in Nassau während der Jahre 1860—1866.
10. *Lahs,* Die Geburt mit unterbrochenem Allgemeinen Inhaltsdruck, die pathologische Geburt.
11. *Beneke,* Justus von Liebig's Verdienste um die Förderung der praktischen Medizin.
12. *Heß,* Ueber gleicheckige und gleichkantige Polygone.

Band 11. 1876—81.

1. *Heß,* Ueber die zugleich gleicheckigen und gleichflächigen Polyeder.
2. *Müller,* Untersuchungen über einseitig frei schwingende Membranen und deren Beziehung zum menschlichen Stimmorgan.
3. *Speck,* Untersuchungen über die Wirkung des veränderten Luftdrucks auf den Atemprozeß.
4. *Heß,* Ueber vier Archimedische Polyeder höherer Art.
5. *Beneke,* Zur Ernährungslehre des gesunden Menschen.
6. *Schottelius,* Aetiologie einfacher Kehlkopfgeschwüre und deren Verhältnis zur Tuberkulose.
7. *Schottelius,* Casuistische Mitteilungen aus dem pathologisch-anatomischen Institut zu Marburg.

Band 12. 1886—95.

1. *Linz,* Klimatische Verhältnisse von Marburg.
2. *Noack,* Verzeichnis fluoreszierender Substanzen.

3. *Speck,* Das normale Atmen des Menschen.
4. *Wigand,* Flora von Hessen und Nassau. II. Teil. Fundortsverzeichnis der in Hessen und Nassau beobachteten Samenpflanzen und Pteridophyten.
5. *Koch,* Die Temperaturverhältnisse von Marburg.
6. *Melde,* Die wolkenlosen Tage in den Jahren 1866—1894 in Marburg.
7. *Melde,* Verzeichnis der wissenschaftlichen Abhandlungen und Schriften von F. Melde.

Band 13. 1896—1914.

1. *Kayser,* Die Fauna des Dalmanitensandsteins von Kleinlinden bei Giessen.
2. *Stein,* Die Regenverhältnisse von Marburg.
3. *Marchand,* Beiträge zur Kenntnis der Placentabildung.
4. *Lotz,* Die Fauna des Massenkalks in der Limdener Mark bei Gies.
5. *Heusler, Haupt* und *Starck,* unter Mitwirkung von *F. Richarz,* Ueber die ferromagnetischen Eigenschaften von Legierungen unmagnetischer Metalle.
6. *Take,* Magnetische und dilatometrische Untersuchung der Umwandlungen Heusler'scher ferromagnetisierbarer Manganbronzen.
7. *Andrée,* Verschiedene Beiträge zur Geologie von Canada.

Band 14. 1917—?.

Alfred Wegener, Das detonierende Meteor vom 3. April 1916, 3½ nachmttags, in Kurhessen. (Im Druck.)

Supplement-Heft 1. 1866.

Claus, Die Copepoden-Fauna von Nizza.

Supplement-Heft 2. 1868.

Claus, Beobachtungen über Lernaeocera, Peniculus und Lernaea.

Supplement-Heft 3. 1869.

Claus, Beobachtungen über die Organisation und Fortpflanzung der Leptodera appendiculata.

Supplement-Heft 4. 1869.

Wagener, Die Entwickelung der Muskelfaser.

Sepplement-Heft 5. 1869.

Claus, Die Cypris-ähnliche Larve (Puppe) der Cirripedien und ihre Verwandlung in das festsitzende Tier.

Supplement-Heft zu Band 10. 1875.

Dohrn, Ueber die Entwickelung des Hymens.

Supplement-Heft zu Band 11. 1878—81.

Heft 1. *Gasser,* Der Primitivstreifen bei Vogelembryonen (Huhn und Gans).

„ 2. *Beneke,* Ueber das Volumen des Herzens und die Weite der Arteria pulmonalis und Aorta ascendens in den verschiedenen Lebensaltern.

„ 3. *Beneke,* Ueber die Weite der Iliacae communes, Subclaviae und Carotides communes in den verschiedenen Lebensaltern.

„ 4. *Beneke,* Ueber die Weite der Aorta thoracica und Aorta abdominalis in den verschiedenen Lebensaltern.

„ 5. *Beneke,* Zur Statistik der Carcinome, insonderheit deren Vorkommen in Strafanstalten.

Besondere Schriften.

Kolbe, Ueber die chemische Konstitution organischer Verbindungen. (Zum fünfzigjährigen Bestehen der Wetterauer Gesellschaft für Naturkunde.) 1858.

Schell, Allgemeine Theorie der Curven doppelter Krümmung in rein geometrischer Darstellung. (Zum 50jährigen Doktor-Jubiläum C. R. Müllers.) 1859.

Wüllner, Die Absorption des Lichtes in isotropen Mitteln. (Zum 50jährigen Doktor-Jubiläum C. L. Gerlings.) 1862.

Hierauf hielt Herr E. Kayser seinen angekündigten Vortrag:

Vorlegung und Besprechung neuer Blätter der geologischen Landesaufnahme aus der Umgebung von Marburg.

Herr E. Kayser legte der Gesellschaft die beiden soeben erschienenen, von der preußischen geologischen Landesanstalt herausgegebenen Blätter Marburg und Niederwalgern der geologischen Spezialkarte im Maßstabe 1 : 25 000 vor.

Der Vortragende ging zuerst auf die Entstehungsgeschichte dieser Blätter ein, deren Kartierung von ihm an der Hand der alten kurhessischen Niveaukarte schon in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre in Angriff genommen, aber erst in den Jahren 1909—1913 auf Grund der inzwischen erschienenen neuen Aufnahmen des Generalstabes und mit Unterstützung eines seiner Schüler, des Herrn Dr. Paeckelmann von der Berliner geol. Landesanstalt, vollendet werden konnte.

Der Redner besprach dann den allgemeinen geologischen Aufbau des Gebietes, innerhalb dessen sich 4 größere Einheiten unterscheiden lassen:

1. Das alte Gebirge im W der beiden Blätter, das den östlichen Randteilen des niederrheinischen Schiefer-

gebirges angehört und aus steil aufgerichteten und gefalteten Schiefern, Grauwacken, Quarziten und Eruptivgesteinen (besonders Diabasen) besteht, die silurischen, devonischen und karbonischen Alters sind und ein sehr bewegtes kuppiges Gelände bilden.

2. Die flach liegende Buntsandsteintafel, welche die Mitte der beiden Blätter einnimmt und sie parallel zum Rande des alten Gebirges, also in der Richtung N—S ihrer ganzen Länge nach durchzieht. Durch das tief eingeschnittene Lahntal wird diese breite Sandsteinzone in einen kürzeren, bei Niederweimar endigenden westlichen Teil, den sog. Marburger Rücken, und einen längeren östlichen, bis Lollar reichenden Teil, die sog. Lahnberge zerlegt. Der unterste Teil dieser Sandsteintafel besteht aus oberem Zechstein, der hier aber nicht in der gewöhnlichen Ausbildung, sondern in Gestalt von dunkelrotem mürben Brekzien und Sandsteinen vom Aussehen des Rotliegenden auftritt. Ueber diesen Schichten tritt dann mit gleichförmiger Lagerung der Bunte Sandstein mit seinen verschiedenen Haupt- (Unterer, Mittlerer und Oberer Buntsandstein oder Röt) und Unterabteilungen auf.

3. Das tiefliegende Gebiet des Ebsdorfer Grundes im O der Karte. Die östliche Fortsetzung der Tafel der Lahnberge ist hier an großen, mit dem Ostrande der Lahnberge zusammenfallenden, von N nach S verlaufenden Brüchen um ein paar hundert Meter abgesunken und liegt tief unter den jüngeren Schichten — besonders braunkohlenführendem Tertiär und Quartär —, die den Ebsdorfer Grund einnehmen. Dieser ist also ein Senkungsfeld, welches indeß nur einen Teil eines größeren, unter dem Namen der „hessischen Senke“ bekannten Senkungsgebietes darstellt, welches seinerseits nur als die nördliche Fortsetzung des großen, von Basel bis Mainz und Frankfurt reichenden „mittelrheinischen Grabenbruchs“ anzusehen ist.

4. Eine letzte Einheit endlich stellen die basaltischen Bildungen und die sie begleitenden tertiären Sedimente in der Umgebung des Leidenhöfer Kopfes in der S O-Ecke des Blattes Niederwalgern dar. Es handelt sich hier nur um die letzten Ausläufer der großen Basaltmasse des Vogelsberges, um zahlreiche, vom Vogelsberge ausgegangene und übereinandergehäufte alte Lavaströme. Vorgeschobene Posten dieser großen Basaltmasse stellen die bekannten Basaltdurchbrüche des Frauenberges und des Stempels auf der Höhe der Lahnberge dar.

Nachdem der Redner sodann den Einfluß der geologischen Beschaffenheit des Bodens auf die Siedlungsverhältnisse berührt hatte — die zahlreichen großen und wohlhabenden Dörfer in dem infolge der großen Verbreitung des Lösses so fruchtbaren Ebsdorfer Grund, das völlige Fehlen aller Ansiedlungen auf der Buntsandsteinplatte und die Spärlichkeit und Kleinheit der Dörfer im alten Gebirge (abgesehen von den größeren Talauen) —, ging er etwas genauer auf die zahlreichen, das Kartengebiet durchziehenden, z. T. kilometerweit zu verfolgenden Bruch- und Verwerfungslinien ein. Besonders gedrängt treten die Brüche in der Umgebung von Marburg selbst auf, d. h. an dem Punkte des Lahntales, wo für den von S kommenden der wetterfeste Mittlere Buntsandstein der Lahnberge zuerst das Lahntal berührt und auf dessen rechte (westliche) Seite hinübergreift. Wie der Vortragende an der geologischen Karte und einer großen photographischen Ansicht von Marburg erläuterte, ist die Sandsteintafel hier durch zahllose, in verschiedener Richtung verlaufende und sich schneidende, meist sehr steil einfallende Brüche ganz zerstückt und in ein Mosaik von kleinen, verschieden stark versenkten Schollen verwandelt worden. Diese Schollen sind durch die nachfolgende Erosion von allen Seiten angegriffen worden und haben dadurch allmählich die ausgezeichnete Kuppen- oder Burgberggestalt erhalten, die für die Berge in der unmittelbaren Nachbarschaft unserer Stadt

so bezeichnend ist, die aber an und für sich dem Buntsandstein gar nicht zukommt, der vielmehr sonst wenig schöne, sargförmige Berge zu bilden pflegt. Die stolzen Kuppen des Schloß- und Dammelsberges, der Augustenruhe und Kirchspitze, die alle durch Verwerfungslinien von einander getrennt sind, erläutern das Gesagte. Sie alle sind das Ergebnis der gemeinsamen Arbeit von Bruchbildung und Erosion, und man kann demnach aussprechen, daß die vielgerühmte Schönheit der Marburger Landschaft aufs Innigste mit tektonischen Verhältnissen zusammenhängt, d. h. mit der starken Zerstückelung, welche die Buntsandsteintafel da erfahren hat, wo nicht nur ihre tieferen weicheren (aus Unterem Buntsandstein bestehenden) Teile, sondern auch die höheren härteren (von Mittlerem B. S. zusammengesetzten) das Lahntal zum ersten male von O her überschreiten und damit in die Nähe der Auflagerungslinie der Tafel auf das alte Gebirge gelangen.

Die letzten Ausführungen des Vortragenden bezogen sich auf die merkwürdige Umbiegung der Lahn zwischen Göttingen und Kölbe, ihren Uebergang aus der bis dahin innegehaltenen W O-Richtung in die N S-Richtung, der sie nunmehr bis Gießen folgt. Hochliegende Reste von Lahnkies im Amöneburger Becken lassen erkennen, daß der Fluß in der älteren Diluvialzeit dorthin, d. h. nach S O geflossen ist, und erst später in seine jetzige südliche Richtung abgelenkt wurde. Wie die neuen geologischen Aufnahmen ergeben haben, hängt diese Ablenkung mit dem Aufreißen von Spalten in der Buntsandsteintafel zusammen. Wie solche Spalten in der ganzen Gegend die Talbildung offensichtlich beeinflußt haben, so auch in diesem Falle. Denn sowohl die südöstliche Richtung des (sich bei Göttingen mit dem Lahntal vereinigenden) Tales der Wetschaft, als auch die Richtung des nordsüdlichen Stückes des Lahntales bis Kölbe, und weiterhin der sich in Zickzacklinien bewegende Verlauf ihres Talbodens wird durch entsprechend verlaufende

Störungslinien im Gebirgsbau bedingt, Störungslinien, die u. a. auch das Hervortreten der der Marburger Wasserversorgung dienstbar gemachten Quellen in der Talaue bei Wehrda verständlich machen.

Daß die fraglichen Bruchlinien ganz jung sind, geht schon aus der Beschaffenheit der mit ihnen zusammenfallenden und aus ihrer Erweiterung hervorgegangenen Talschluchten hervor, die — wie die Ketzerbach, wie der Soldatengraben bei Ockershausen u. a. m. — in ihrer Enge, ihrer Steilwandigkeit und dem gänzlichen Fehlen eines ebenen Talbodens alle Merkmale jugendliche Erosionsfurchen zeigen.

Sodann trug Herr F. B. Hofmann vor über:

Die Automatie des Herzens und seiner Teile.

Das aus dem Körper des getöteten Tieres herausgeschnittene Herz des Kalt- und Warmblüters vermag unter günstigen Umständen noch sehr lange Zeit „von selbst", d. h. unabhängig vom Zentralnervensystem, weiter zu schlagen, es besitzt die Fähigkeit der Automatie. Im Körper selbst wird die automatische Tätigkeit des Herzens vom Zentralnervensystem aus reguliert durch besondere Nerven, die zum Herzen hinziehen, von denen die einen, die im nervus vagus verlaufenden Hemmungsnerven, die Automatie des Herzens herabzumindern oder vorübergehend zu unterdrücken vermögen, während die anderen, die ich als Förderungsnerven bezeichnet habe, die automatische Tätigkeit des Herzens erhöhen. Betrachtet man das spontan schlagende Herz genauer, so sieht man ferner, daß die Aufeinanderfolge der Kontraktionen oder Systolen der einzelnen Herzteile eine ganz geregelte ist. Beim Froschherzen zieht sich zuerst der Venensinus, in den die großen Körpervenen einmünden, zusammen. Darauf folgt nach einem kurzen Intervall die Systole der beiden Vorhöfe und wieder nach einer kurzen Zwischenzeit die Systole der Kammer. Zwischen Kammer und Aorten liegt endlich beim Froschherzen noch ein kontraktiler Herzteil, der bulbus cordis,

dessen Zusammenziehung als letzte der ganzen Reihe vor sich geht. Inzwischen ist in der Regel schon wieder eine neue Systolenfolge vom Sinus her über die Vorhöfe zum Ventrikel hin im Gange.

Die Frage, wie diese geordnete Schlagfolge der einzelnen Herzabteilungen zustande kommt, hängt nun unmittelbar zusammen mit der Frage nach der Automatie der einzelnen Herzteile. Den Ausgangspunkt für die weitere Untersuchung bildete ein berühmtes, von Stannius angegebenes Experiment, die sogenannte erste Stannius'sche Ligatur. Stannius schlang unmittelbar unterhalb der Sinusvorhofgrenze einen Faden um die Vorhöfe und schnürte ihn dann fest zu. Darauf standen die unterhalb der Schlinge liegenden Herzteile, Vorhöfe, Ventrikel und bulbus cordis, still, während der Venensinus nach wie vor weiterschlug. Der Versuch gelingt auch, wenn man den Vorhof an derselben Stelle quer durchschneidet, und er wäre soweit ganz eindeutig: Er scheint nämlich zu besagen, daß die Automatie des Froschherzens im Venensinus ihren Sitz hat, und daß die geordnete Aufeinanderfolge der Systolen der einzelnen Herzabteilungen darauf beruht, daß ihnen die Anregung zur Kontraktion vom Sinus her nach einander: zuerst den Vorhöfen, dann dem Ventrikel, schließlich dem Bulbus, zugeleitet wird.

Aber es ergibt sich eine Komplikation: Der Stillstand des Ventrikels ist in der Regel nur ein vorübergehender, nach einiger Zeit beginnt die Kammer von neuem, und diesmal ganz selbständig, zu schlagen. Die Zeit vom Anlegen der Ligatur oder des Schnittes bis zum Wiederbeginn der spontanen Schlagfolge des Ventrikels ist je nach den Umständen sehr verschieden lang. Gewöhnlich dauert sie mehrere Minuten bis zur halben Stunde, manchmal auch noch länger. Selten kommt es vor, daß der Ventrikel überhaupt nicht mehr zu schlagen beginnt. Das andere ebenfalls seltene Extrem ist, daß der Ventrikel nach der Abtrennung vom Sinus gar nicht still steht, sondern sogleich weiter schlägt. Daraus geht zwei-

fellos hervor, daß auch der Ventrikel die Befähigung zum spontanen Schlagen in sich trägt, und Heidenhain hat den Stanniusschen Versuch so gedeutet, daß durch die Ligatur eine Reizung der Hemmungsneven gesetzt werde, die einen vorübergehenden Ventrikelstillstand bewirkten. Wenn dieser abgelaufen sei, zeige sich die eigene Automatie des Ventrikels. Die geordnete Aufeinanderfolge der Systolen der einzelnen Herzabteilungen könnte man dann auf den regelnden Eingriff im Herzen vorhandener nervöser Koordinationszentren oder Bahnen beziehen.

Diese Ansicht ist jedoch unhaltbar. Wenn man die Fortsetzung der Vagusäste, die innerhalb des Herzens zum Ventrikel hinziehen, elektrisch reizt, so erhält man keinen Stillstand des Ventrikels, sondern nur eine Abschwächung seiner Kontraktionen. Die Hemmung der Schlagfrequenz des Herzens, die der nervus vagus bewirkt, wird bloß durch seine Einwirkung auf den Venensinus hervorgerufen. Ferner hat Gaskell gezeigt, daß eine isolierte Erwärmung oder Abkühlung des Venensinus die Schlagfrequenz nicht allein des Sinus, sondern auch des ganzen übrigen Herzens ändert, während isolierte Abkühlung oder Erwärmung des Vorhofs oder Ventrikels nicht die Schlagfrequenz, sondern bloß die Kontraktionsstärke dieser Herzteile beeinflußt. Es ist also doch richtig, daß die Schlagfrequenz des ganzen Herzens von der des Sinus abhängig ist. Die Sache ist so aufzufassen, daß die Automatie des Sinus besser ausgebildet ist, als die des Ventrikels. Das äußert sich darin, daß die Schlagfrequenz des letzteren nach seiner Isolierung, auch wenn sie sich voll entwickelt hat, viel niedriger bleibt, als die des Sinus. Daher kommen am intakten Herzen die vom Venensinus auslaufenden Erregungswellen der spontanen Ventrikelerregung gewissermaßen zuvor. Ehe dieser selbst zum eigenen Schlage kommt, ist immer schon vorher eine Erregungswelle vom Sinus her angelangt. Das ist auch der Grund, weswegen die im Sinus endigenden Vagusfasern die Schlagfrequenz nicht

bloß des Sinus, sondern auch die des ganzen Herzens ändern, und die im Ventrikel endigenden Hemmungsfasern wiederum nicht seine Schlagfrequenz, sondern bloß seine Kontraktionsstärke beeinflussen. Der Venensinus ist also, wie Engelmann es ausdrückt, der führende Herzteil.

Wie kommt aber dann der lange Stillstand des Ventrikels nach der Stanniusschen Ligatur zustande? Nach der eben vorgetragenen Ansicht sollte man doch erwarten, daß der Ventrikel nach der Abtrennung vom Sinus sogleich in seinem eigenen, wenn auch etwas selteneren Tempo weiter schlüge. Ist vielleicht doch noch eine Reizung von Hemmungsfasern am Auftreten des Stillstandes mitbeteiligt, etwa deswegen, weil die Herzäste des Vagus auf den spontan schlagenden Ventrikel anders wirken, als auf den vom Sinus geführten?

Die Antwort auf diese Fragen glaubte ich aus folgender Beobachtung ableiten zu können: Schaltet man in die spontane seltene Schlagfolge des isolierten Ventrikels durch künstliche rhythmische Reizung mit einzelnen Induktionsströmen eine Reihe rasch auf einander folgender Kontraktionen — sogenannte Extrasystolen — ein, so bleibt nach der Unterbrechung der künstlichen Reizung der Ventrikel ebenfalls eine Zeit lang still stehen, ehe er seine frühere eigene Schlagfolge wieder aufnimmt. Ich habe diese Erscheinung als „Hemmungswirkung der Extrasystolen" auf die spontane Schlagfolge bezeichnet, und daraus geschlossen, daß der Ventrikel jede zeitweilige Unterdrückung seiner selbständigen Tätigkeit mit einem vorübergehenden Nachlassen seiner eigenen Automatie beantwortet, die sich darnach erst allmählich wieder erholen muß. Es war wahrscheinlich, daß diese Erholung umso langsamer vor sich gehen würde, je länger die Unterdrückung der Automatie vorher angehalten hatte. Daher braucht man sich nicht darüber zu wundern, daß sie besonders deutlich auftritt, wenn man den Ventrikel zum erstenmal vom Sinus, von dem er zeitlebens abhängig war, selbständig

macht. Zu einer ähnlichen Ansicht gelangte auch Lohmann auf Grund von Beobachtungen am Schildkrötenherzen. Lohmann gebrauchte das Bild, die Automatie des Ventrikels sei nach längerer Unterdrückung wie eingeschlafen, sie müsse darnach erst wieder erwachen, und das gehe um so rascher, je kürzere Zeit die Unterdrückung des Eigenrhythmus gedauert habe.

Ich habe nun weiterhin die hier vorliegenden Verhältnisse nach verschiedenen Richtungen hin untersucht und vermochte dadurch diese Ansicht gegen allerhand Einwände, die erhoben werden könnten, zu sichern. Ich möchte hier nur auf eine Versuchsreihe kurz eingehen. Wie erwähnt, variiert die Dauer des Stillstandes nach der Abtrennung des Ventrikels vom Sinus beim Froschherzen außerordentlich. Man kann es nun dahin bringen, daß er regelmäßig sehr kurz wird, oder sogar fast verschwindet, wenn man das überlebende Froschherz mit einer Salzlösung durchströmt, die abgesehen von den für die Tätigkeit desselben nötigen geringen Mengen von Kalzium- und Kaliumsalzen, — neben Natriumbikarbonat und Traubenzucker — eine viel geringere Menge von Kochsalz enthält, als die natürliche Nährlösung, das Froschblut. Um eine Schädigung durch die Hypotonie der Lösung zu vermeiden, muß man das Kochsalz durch einen indifferenten Nichtelektrolyten ersetzen, am besten durch Rohrzucker. Wenn man das Froschherz mit einer solchen Lösung durchströmt, schlägt es sehr kräftig, und der Stillstand nach der Stanniusschen Ligatur wird sehr kurz oder verschwindet fast ganz. Dem entsprechend verursacht die nachfolgende Einschaltung einer künstlichen Reizserie in die spontane Schlagfolge des Ventrikels entweder nur eine sehr kurze oder gar keine Störung des Eigenrhythmus des Ventrikels.

Derselbe Zusammenhang ergibt sich, wenn man den Erfolg der Abtrennung des Ventrikels vom Sinus bei verschiedenen Tieren mit einander vergleicht. Am Schildkrötenherzen ist der Stillstand darnach in der Regel viel kürzer, als beim

Froschherzen. Dem entspricht, daß man hier durch Einschaltung einer Serie von Extrasystolen in die spontane Schlagfolge des Ventrikels die letztere auch nur für ganz kurze Zeit zurückdrängen kann. Am Säugetierherzen gibt es einen selbständigen Venensinus nur noch in frühen Entwicklungsstadien. Am ausgebildeten Säugetierherzen ist der frühere Venensinus mit der Wand des rechten Vorhofs verschmolzen, bildet aber dort einen histologisch von der übrigen Vorhofsmuskulatur verschiedenen Bestandteil, den sogenannten Keith-Flack'schen Sinusknoten. Dieser ist die führende Stelle des Herzens. Von hier aus breitet sich die Erregung so rasch über den rechten und linken Vorhof aus, daß für das Auge beide gleichzeitig schlagen. Dann erfolgt eine langsame Ueberleitung der Erregung von den Vorhöfen auf die Ventrikel auf dem Wege eines Muskelbündels, das in der Scheidewand des Herzens von der Vorhofs- zurVentrikelmuskulatur hinzieht, des His'schen Uebergangsbündels. Man kann nun die funktionelle Isolierung des Ventrikels so durchführen, daß man das His'sche Uebergangsbündel durchschneidet. In diesem Falle schlagen dann die Vorhöfe unter der Führung des Sinusknotens weiter, und der Ventrikel schlägt spontan. Der Unterschied gegenüber dem Froschherzen ist aber der, daß die spontane Schlagfolge des Ventrikels nach der Durchtrennung des His'schen Bündels meist schon nach wenigen Sekunden, höchstens nach einer Pause von wenigen (2 bis 4) Minuten einsetzt. Vorhöfe und Ventrikel schlagen dann unabhängig von einander, die Ventrikel aber seltener, als die Vorhöfe. Darin zeigt sich auch beim Säugetier die geringere Ausbildung der Automatie des Ventrikels gegenüber dem Sinusknoten. Wenn meine Annahme über die Ursache des Stillstandes nach der Stanniusschen Ligatur richtig ist, dürfte die Einschaltung einer Serie von Extrasystolen in die spontane Schlagfolge des Säugetierventrikels auch so gut wie keine Hemmungswirkung entfalten, und das ist denn auch tatsächlich der Fall. Die Uebereinstimmung zwischen der

Dauer des Stillstandes nach der funktionellen Isolierung des Ventrikels und der Hemmungswirkung eingeschalteter Extrasystolen ist demnach in allen angeführten Fällen eine durchgehende, und die Annahme, daß die vorherige Unterdrückung des Eigenrhythmus durch den führenden Herzteil die Ursache des Stillstandes nach der Stanniusschen Ligatur ist, kann daher als wohl begründet bezeichnet werden.

Die Erscheinung, daß ein bisher von einem anderen funktionell abhängiges Organ oder ein Organteil, wenn er plötzlich isoliert wird, erst allmählich, nach einer anfänglichen Periode der Untätigkeit, seine eigene Automatie entfaltet, ist nun nicht auf das Herz beschränkt, sondern ist ein ganz allgemeines Vorkommnis. Ein Beispiel, das äußerlich den beschriebenen Versuchen am Froschherzen am ähnlichsten ist, liefern die Reihen von Flimmerplättchen, die sogenannten Rippen der Rippenquallen oder Ktenophoren. Diese Flimmerplättchenreihen reichen am Körper der Qualle Beroë ovata, an der Verworn ihre Tätigkeit untersuchte, vom Sinnespol gegen den Mundpol hin, und in dieser Richtung laufen normalerweise an ihnen Welle auf Welle von Flimmerschlägen ab. Unterbricht man nun die Reizleitung an einer Stelle der Rippe, dann folgt, wie Verworn angibt, zuerst eine kurze Periode, in der äußerst frequente Erregungswellen von der Unterbrechungsstelle aus gegen den Mundpol hin ablaufen. Das ist offenbar eine Folge der durch den Eingriff gesetzten Reizung. Dann folgt ein verschieden langer Stillstand des funktionell isolierten Rippenstücks, und erst darnach beginnen in ihm von der Unterbrechungsstelle her wieder rhythmische Erregungswellen abzulaufen. Ich muß mich hier mit dem Hinweis auf die äußere Aehnlichkeit dieser Versuche mit denen am Herzen begnügen, weil meine eigenen Beobachtungen an Beroë bisher zu einem selbständigen Urteil nicht ausreichen.

Ein anderer Vorgang, bei dem schon Trendelenburg die Aehnlichkeit mit dem Ventrikelstillstand nach dem

S t a n n i u s'schen Versuch aufgefallen war, ist die allmähliche Erstarkung der Rückenmarkszentren (spinale Gefäß- und Atemzentren) nach ihrer Isolierung von den übergeordneten Zentren im Kopfmark. Hierher gehören wohl auch noch eine ganze Anzahl anderer durchaus analoger „Restitutionserscheinungen" nach Entfernung gewisser Zentren des Gehirns. Noch direkter vergleichbar ist das Verhalten der sogenannten peripheren Gefäßzentren nach der Durchschneidung der Gefäßnerven: Der ursprünglich sehr geringe oder fast fehlende peripherogene Tonus der Blutgefäße wird darnach ganz allmählich immer stärker. Eine sehr bemerkenswerte Analogie dazu konnte ich an den Chromatophoren der Zephalopoden, insbesondere bei Sepia, nachweisen, deren glatte Muskelfasern einige Zeit nach der Durchschneidung ihrer motorischen Nerven ebenfalls in anhaltende tonische Kontraktion verfallen.

Daran schließen sich unmittelbar Erscheinungen an, die theoretisch höchst interessant sind, die man aber bisher gar nicht recht deuten konnte. Auch viele Skelettmuskeln von Wirbeltieren geraten nämlich, wenn man sie mittels Durchschneidung ihrer Nerven lähmt, nach einiger Zeit von selbst in den Zustand dauernder schwacher Erregung. So treten in der Zungenmuskulatur beim Warmblüter nach der Durchschneidung des n. hypoglossus Zuckungen und Muskelflimmern auf. Aber auch bei der Kröte bufo variabilis sah ich dasselbe nach Durchschneidung des n. ischiadicus, bei der Kröte bufo vulgaris tritt statt dessen eine schwache, „tonische" Dauerregung im gelähmten Bein auf. Etwas ähnliches beobachtet man auch an gelähmten Drüsen. Durchschneidet man die Absonderungsnerven der Speicheldrüsen, so beginnt nach etwa 24 Stunden die gelähmte Drüse dauernd Speichel abzusondern: sogenannte paralytische Speichelsekretion. Der gelähmte Skelettmuskel und die gelähmte Drüse entfalten also dann ihre Tätigkeit nicht erst auf äußere Reize hin, sondern enthalten die Bedingungen für ihre Tätig-

keit in sich, sie bekommen also die ihnen sonst fehlende Eigenschaft der Automatie. Diese Tatsachen sind aber für die Auffassung der Automatie auch des Herzens von sehr großer Bedeutung.

Den Weg, auf dem voraussichtlich eine gemeinsame Deutung aller dieser Erscheinungen möglich sein wird, weist uns die Hering'sche Theorie der Vorgänge in der lebenden Substanz, die wir uns am besten am Herzen klar machen können. In der erregbaren Substanz gehen fortwährend entgegengesetzt gerichtete Stoffwechselvorgänge vor sich, Zerfall und Wiederaufbau, Assimilierung und Dissimilierung. In der Ruhe halten sich beide Prozesse das Gleichgewicht. Erzeugt man durch einen äußeren Reiz einen stärkeren Zerfall, so wird die Substanz unterwertig, sie läßt sich vorübergehend nicht mehr in Erregung versetzen, was man am Herzen als refraktäre Phase besonders gut beobachten kann. Nachher ersetzt sie aber durch vermehrten Wiederaufbau das Verbrauchte, sie wird wieder vollwertig und in normaler Weise reizbar. Stellen wir uns nun vor, daß dieser Aufstieg der Reizbarkeit bei längerer Ruhe, wenn auch äußerst langsam, weiter geht, so wird die Reizbarkeit der lebenden Substanz schließlich soweit zunehmen, daß sie auf den leisesten Anstoß hin in Erregung gerät. In der Tat konnte ich an den Chromatophoren der Zephalopoden nachweisen, daß deren Reizbarkeit insbesondere für chemische und mechanische Reize nach der Lähmung bedeutend gesteigert ist, und dasselbe, eine Steigerung der Reizbarkeit, ist ja auch an den gelähmten Skelettmuskeln der Wirbeltiere in einem gewissen Stadium vorhanden. Es wird nun die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, diese hier nur angedeuteten Fragen genauer zu erforschen.

Univ.-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth), Marburg.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

BUREAU OF AMERICAN
AUG 9 1924
ETHNOLOGY LIBRARY
25563

Jahrgang 1917

Marburg
Kommissionsverlag der N. G. Elwert'schen Buchhandlung (G. Braun)
1918.

Z. XI.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

Jahrgang 1917

Marburg
Kommissionsverlag der N. G. Elwert'schen Buchhandlung (G. Braun)
1918.

Inhalt.

Seite

Herr *E. Jaensch:* Über die Wahrnehmung von Helligkeiten und das Gesetz des Helligkeitskontrastes von Heß und Pretori (nach Versuchen von E. A. Müller) 1

Derselbe: Die Frage der Gleichförmigkeit des Geschehens auf psychologischem und physiologischem Gebiete 7

Herr *F. Richarz:* Über die Farbe des Mondes, Farbenerscheinungen an Wasserfällen und an Wolken 11

„ *A. Wegener:* berichtet über den Inhalt seiner demnächst in den Schriften der Gesellschaft erscheinenden Schrift über das Meteor vom 3. 4. 1916 (inzwischen erschienen als 1. Heft des 14. Bandes der Schriften der Gesellschaft) 16

„ *F. Richarz:* berichtet über die Auffindung des Meteors. (Eine ausführliche Mitteilung erscheint demnächst im 2. Heft des 14. Bandes der Schriften der Gesellschaft) 16

„ *E. Kayser:* berichtet über die allgemeinen Eigenschaften der Meteore 16

„ *F. Richarz:* Nachträgliche Bemerkungen zu seinem früheren Vortrage über die Schwäche des senkrecht reflektierten Lichtes und damit zusammenhängende Erscheinungen, z. B. die Sichtbarkeit der U-Boote von Luftfahrzeugen aus . . 17

„ *F. Jentzsch:* Die Einblicktiefe in natürliche Wasseroberflächen und die Sichtbarkeit von Unterseebooten 23

„ *Wetzel:* Versuche zur Theorie der histologischen Fixierung 33

„ *F. König:* Über Anbau und Umbau des Knochens durch funktionelle Anpassung 35

„ *W. Berblinger:* Untersuchungen über Regenerationsvorgänge am schußverletzten Nerven 46

„ *E. Jaensch:* Die experimentelle Analyse der Anschauungsbilder als Hilfsmittel zur Untersuchung der Wahrnehmungs- und Denkvorgänge (nach Untersuchungen der Herren Herwig, Kroh, Reich und des Vortragenden) 55

„ *G. Magnus:* Verbrennungen durch das Geschoß 70

„ *F. A. Schulze:* Über den Schalldruck 75

Derselbe: Über den Einfluß der Steifigkeit auf die Schwingungszahl von Transversalschwingungen von Saiten 79

Wahlen 14, 16, 32, 72

Verzeichnis der Mitglieder*)

(am Schluß des Jahres 1917).

Ehrenmitglieder.

Retzius, Gustav, Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm.. 18. 1. 99.
Marchand, Felix, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Geh. Med.-Rat . . . . . 9. 12. 00.
Mannkopff, Emil, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rat . . . . . 12. 7. 11.

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich, Dr. med., o. Prof. em. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat . . . . . 11. 7. 83.
v. Auwers, Karl, Dr. phil., ord. Prof. der Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 17. 12. 13.
v. Bergmann, Gustav, Dr. med., o. Prof. d. inn. Medizin 10. 5. 17.
Bielschowsky, Alfred, Dr. med., ord. Prof. d. Augenheilk. 6. 3. 14.
(30. 7. 13)
Bonhoff, Heinrich, Dr. med., ord. Prof. der Hygiene, Geh. Med,-Rat . . . . . 9. 3. 04.
(8. 11. 99)
Feussner, Wilhelm, Dr. phil., ord. Hon.-Prof. der theor. Physik, Geh. Reg.-Rat . . . . . 14. 7. 81.
(10. 6. 69)
Fries, Carl, Dr. phil. a. o. Prof. der Chemie . . . . . 10. 3. 15.
(9. 3. 04)
Gasser, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rat 27. 1. 88.
(16. 7. 74)

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum außerordentlichen Mitglied.

Gürber, August, Dr. med. et phil., o. Prof. d. Pharmakologie 28. 6. 11.
(9. 12. 08)

Hensel, Kurt, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat . . . . . 10. 12, 02.

Hildebrand, Heinrich, o. Hon.-Prof. d. gerichtl. Medizin, Geh. Med.-Rat . . . . . 12. 5. 15.
(14. 12. 04)

Hofmann, Franz, o. Prof. der Physiologie, Geh. Med.-Rat 21. 6. 16.

Jaensch, Erich, Dr. phil., o. Prof. der Philosophie . . . 10. 3. 15.
(11. 6. 13)

Jores, Leonhard, Dr. med., o. Prof., Dlrektor des pathol. Instituts, Geh. Med.-Rat . . . . . 9. 7. 13.

König, Friedrich, Dr. med., o. Prof., Direktor d. chirurg. Klinik, Geh. Med.-Rat . . . . . 9. 7. 13.

Korschelt, Eugen, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 26. 7. 93.

Kutscher, Friedrich, Dr. med., a. o. Prof. der Physiologie 12. 2. 08.
(16. 2. 98)

Lohmann, Alfred, Dr. med., Professor, Privat-Dozent der Physiologie . . . . . 7. 5. 13.
(8. 2. 05)

Meyer, Arthur, Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Reg.-Rat 4. 11. 91.

Müller, Eduard, Dr. med., a. o. Prof., Direktor der med. Poliklinik . . . . . 7. 5. 13.
(9. 2. 10)

Ostmann, Paul, Dr. med., ord. Hon.-Prof. der Otologie, Geh. Med.-Rat . . . . . 13. 11. 95.

Richarz, Franz, Dr. phil., o. Prof. d Physik, Geh. Reg.-Rat 15. 5. 01.

Schmidt, Ernst, Dr. phil., o. Prof. der pharm. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 11. 3. 85.

Schulze, Franz Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. d. Physik 5. 8. 08.
(31. 7. 01)

Schultze Jena, Leonhard, Dr. phil., o. Prof. d. Geographie 7. 5. 13.

Thiel, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der physik. Chemie . . 8. 5. 12.
(10. 5. 11)

Tuczek, Franz, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie, Geh. Med.-Rat . . . . . 15. 5. 95.
(14. 3. 90)

Wedekind, Rudolf, Dr. phil., ord. Prof. der Geologie und Palaeontologie . . . . . 12. 12. 17.

Wegener, Alfred, Prof., Dr. phil., Privatdozent der Meteorologie und Astronomie . . . . . 12. 5. 15.
(28. 7. 09)
Zangemeister, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie 28. 6. 11.
Zincke, Theodor, Dr. phil., o. Prof. em. d. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 13. 1. 76.

B. Außerordentliche.

Berblinger, Walther, Prof., Dr. med., Privatdozent . . . 9. 7. 13.
Berlin, Ernst, Dr. phil., Assistent am physiol. Institut . . 28. 6. 11.
Blanckenhorn, Professor Dr., Landesgeologe . . . . . 15. 1. 13.
Brand, Walther, Dr. phil., Oberlehrer. . . . . 19. 2. 13.
Cloos, Hans, Dr. phil., Privatdozent der Geologie . . . 10. 3. 15.
v. Dalwigk, Friedrich, Dr. phil., Prof., Priv.-Dozent der reinen und angewandten Mathematik . . . . . 9. 5. 00.
Esch, Peter, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 20. 11. 13.
Fischer, Guido, Dr. med., Prof., Direktor d. Zahnklinik . . 28. 6. 11.
Frey, Ernst, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 30. 7. 13.
Grüter, Wilhelm, Dr. med., Prof., Privatdozent, Assistent an der Augenklinik . . . . . 28. 6. 11.
Hagemann, Richard, Dr. med., Prof., Privatdozent . . 13. 5. 14.
Harms, Wilhelm, Dr. phil., Prof., Privatdozent der Zoologie . . . . . 7. 6. 10.
Jahrmärker, Max, Dr. med., Prof., Privatdozent, Direktor der Landesheilanstalt . . . . . 10. 2. 04.
Kauffmann, Oskar, Hauptmann d. L., Forschungsreisender 13. 12. 11.
Keller, Oskar, Dr. phil., Prof., Abteilungsvorsteher am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.
Körner, Theodor, Dr. phil., Chemiker . . . . . 21. 3. 17.
Kreckwitz, Dr. med., Assistent an der medizin. Poliklinik 24. 6. 14.
Löning, Fritz, Dr. med., Privatdozent . . . . . 9. 7. 13.
Nordhausen, Max, Dr. phil., a. o. Prof. der Botanik . . 12. 5. 12.
Obst, E., Dr. phil., Prof., Privatdozent für Geographie . 13. 11. 12.
Reissert, Arnold, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. der Chemie . 11. 2. 03.
Rick, Dr. med., Assistent an der Frauenklinik . . . . 24. 6. 14.
Rieländer, August, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Gynäkologie . . . . . 13. 6. 06.
Rohmer, Paul, Dr. med., Privatdozent . . . . . 17. 12. 13.

Schenck, Martin, Dr. med. et phil., Privatdozent, Prof., Assistent am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.
Schwantke, Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz., Assistent am mineralog. Institut . . . . . 21. 6. 99.
Siebert, Carl, Dr. phil., Chemiker . . . . . 14. 5. 02.
Strecker, Wilhelm, Dr. phil., Prof., Privatdoz. d. Chemie 6. 3. 14.
Stuchtey, Karl, Dr. phil., Assistent am physik. Institut . . 9. 12. 08.
Take, Emil, Dr. phil., Priv.-Dozent, Assistent am physik. Institut . . . . . 9. 12. 08.
Tönniges, Carl, Dr. phil., Prof., Assist. am zoolog. Institut 16. 2. 98.
Veit, Otto, Dr. med., Privatdozent, Prof., I. Prosektor . 28. 7. 09.
Wagener, Oskar, Dr. med., a. o. Prof. der Otologie . . 12. 12. 17.
Weigel, Otto, Dr. phil., a. o. Prof. der Mineralogie . . 9. 2. 16.
Wintzer, Paul, Dr. med., prakt. Arzt . . . . . 13. 5. 14.

Auswärtige Mitglieder.*)

Ach, Narciss, Dr. med. et phil., Professor der Philosophie, Königsberg . . . . . (8. 2. 05)
Ackermann, Dankwart, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Physiologie, Würzburg . . . . . (5. 8. 08)
Andrée, Karl, Dr. phil., a. o. Prof. d. Geologie, Königsberg (4. 8. 10)
Aschoff, Ludwig, o. Prof. der patholog. Anatomie, Freiburg i. Br. . . . . 17. 6. 03.
Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. der Ophthalm., Freiburg i. Br. . . . . (15. 1, 96)
Barth, Adolf, Dr. med., o. Prof. der Otologie, Leipzig . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . (13. 11. 95)
Beneke, Rudolf, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Halle . 14. 11. 06.
Böhm, Rud., Dr. med., o. Prof. der Pharm., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 20. 5. 81.
Borrmann, Robert, Dr. med., Prof., Direktor der patholog. Anatomie, Braunschweig . . . . . (14. 5. 02)
Brauer, Ludolf, Dr. med., o. Prof., Direktor d. med. Klinik in Hamburg-Eppendorf . . . . . (14. 12. 04)
Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Straßburg (8. 2. 78)
Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Geh. Berg-Rat, Bonn . . . . . (27. 1. 88)

*) Die mit einem * bezeichneten sind korrespondierende, die sämtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Bruns, Oskar, Dr. med., a. o. Prof. der inneren Medizin, Göttingen . . . . . (28. 6. 11)
Buchholz, Adolf, Dr. med., Prof., Oberarzt, Hamburg . 8. 12. 97.
Busz, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Münster . (19. 6. 95)
Diels, Ludwig, Dr. phil., Kustos am botanischen Museum, a. o. Prof. an der Universität, Berlin-Dahlem . . . 28. 6. 11. (28. 7. 09)
Dietrich, Theodor, Dr. phil., Prof., Geh. Reg.-Rat, Hannover (15. 1. 96)
Drevermann, Fritz, Dr. phil., Prof., Frankfurt a. M. . . (11. 2. 03)
Enderlen, Eugen, Dr. med., o. Prof. d. Chirurgie, Würzburg 12. 2. 97.
Falk, Ferdinand August, Dr. med., a. o. Prof. d. Pharm., Kiel 28. 4. 75.
Fraenkel, Carl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . 4. 11. 91.
Fuëter, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Zürich (3. 5. 07)
Gadamer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. der pharmazeut. Chemie, Breslau . . . . . (9. 3. 98)
Goebel, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.
Göppert, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Frankfurt a. M. . . . . (4. 12. 12)
Haselhoff, Emil, Dr. phil., Prof., Direktor der landw. Versuchsstation, Cassel . . . . . (11. 2. 03)
Häcker, Rudolf, Dr. med., Prof., Oberarzt d. chirurg. Klinik, Essen . . . . . (7. 6. 10)
Heffter, Arthur, Dr. phil. et med., o. Prof. der Pharmakologie, Berlin . . . . . 14. 11. 06.
Heine, Leopold, o. Prof. der Ophthalmologie, Kiel . . . (18. 1. 99)
Hellinger, Ernst, Dr. phil., a. o. Prof. der Mathematik, Frankfurt a. M. . . . . (12. 1. 10)
Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . . (2. 7. 68)
Herrmann, F., Dr. phil., Geol. Landesanstalt, Berlin . . 1. 3. 11.
v. Hess, Carl, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmol., München 11. 11. 96.
Hess, Otto, Dr. med., Prof., Oberarzt, Posen . . . . . (25. 6. 02)
**Heusler, Fritz,* Dr. phil., Hüttendirektor, Dillenburg . 8. 2. 05.
Hohmeier, Friedrich, Dr. med., Prof., Oberarzt am städt. Krankenhaus, Coblenz . . . . . (24. 6. 14)
Hürter, Jakob, Dr. med., Prof., Oberarzt am städt. Krankenhaus, Mainz 17. 12. 13)
Jung, Heinrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Kiel . (13. 12. 05)
Kayser, Emanucl, Dr. phil., o. Prof. em. der Geologie, Geh. Reg.-Rat, München . . . . . 13. 1. 86.
Kossel, Albrecht, Dr. med., o. Prof. d. Physiol., Geh. Rat, Heidelberg . . . . . 15. 5. 95.

Krauß, Wilhelm, Dr. med., Prof. der Augenheilkunde an der medizin. Akademie, Düsseldorf . . . . . (10. 7. 07)
v. Krehl, Ludolf, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Heidelberg . . . . . 8. 11. 99.
Küster, Ernst, Dr. med, o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med., Rat, Berlin . . . . . 4. 11. 91.
Küttner, Hermann, Dr. med., o. Prof. der Chiurg., Breslau (8. 2. 05)
Loewi, Otto, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Graz (15. 5. 01)
Lotz, Heinrich, Dr. phil., Geologe, Berlin . . . . . (13. 12. 99)
Matthes, Max, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Geh. Med.-Rat, Königsberg . . . . . 28. 6. 11.
Meisenheimer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. d. Zool., Leipzig 5. 8. 08. (16. 2. 98)
Meyer, Hans, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Wien 11. 3. 85.
Misch, Georg, Dr. phil., o. Prof. der Philosophie, Göttingen (30. 7. 13)
v. Müller, Friedr., Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., München 26. 7. 93.
Neide, Ernst, Major a. D., Dr. phil., Allstedt, Großh. Sachsen (13. 1. 04)
Noll, Alfred, Dr. med., a. o. Prof. d. Physiol., Jena . . . (16. 2. 98)
Oestreich, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Utrecht (9. 3. 04)
Opitz, Erich, Dr. med., Prof., Dir. d. Frauenkl., Gießen . (13. 1. 04)
Pfannkuch, Wilhelm, Dr. med., prakt. Arzt, Cassel . . . (17. 1. 72)
Pfeffer, Wilh., Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Hofrat, Leipzig . . . . . (27. 4. 71)
Plate, Ludwig, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Jena . . (27. 1. 88)
Plenge, Enriquez, Dr. med., Heidelberg . . . . . (7. 3. 99)
Ransom, Frederick, Dr. med., Cambridge . . . . . (7. 3. 99)
Rathke, Bernhard, Dr. phil., Prof. d. physik. Chemie, Meran 14. 3. 84.
**Rehn, Joh. Heinrich*, Dr. med., San.-Rat, Frankfurt a. M. 26. 11. 80.
Rein, Johannes, Dr. phil., o. Prof. em. der Geographie, Geh. Reg.-Rat, Bonn . . . . . 1. 12. 76.
Ribbert, Hugo, Dr. med., o. Prof. d. pathol. Anatomie, Bonn 20. 6. 00.
Romberg, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. inn. Mediz. München 20. 6. 00.
Rost, Eugen, Dr. med., Regierungsrat, Berlin . . . . . (16. 2. 98)
Rubner, Max, Dr. med., o. Prof. der Physiol., Geh. Med.-Rat, Berlin . . . . . 13. 1. 86.
Rühl, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der Geographie, Berlin (28. 7. 09)
Rumpf, Theodor, Dr. med., Professor, Bonn . . . . . 14. 3. 90.
Rupp, Erwin, Dr. phil., o. Prof. f. Pharmazie, Königsberg (14. 12. 04)
Ruppel, Wilhelm, Dr. phil., Professor, Höchst . . . . . (18. 7. 00)
Sauerbruch, Ferd., Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Zürich (7. 6. 10)

Schaum, Carl, Dr. phil., o. Prof. d. phys. Chemie, Gießen 13. 12. 05. (11. 8. 97)

Schenck, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. der Chemie, Geh. Reg.-Rat, Münster . . . . . (11. 8. 97)

Schmidt, Martin, Dr. med., o. Professor d. path. Anatomie, Würzburg . . . . . 28. 6. 11.

Schöne, Georg, Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie, Greifswald (7. 6. 10)

Schottelius, Max, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Hofrat, Freiburg i. B. . . . . (11. 7. 79)

Schottky, Friedrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat, Berlin . . . . . 15. 5. 95.

Schridde, Hermann, Dr. med., Prof., Direktor der pathol. Anatomie, Dortmund . . . . . (13. 12. 05)

Schwenkenbecher, Alfred, Dr. med., Prof., Direktor der med. Klinik, Frankfurt a. M. . . . . (13. 5. 08)

Seddig, Max, Dr. phil., Prof., Privatdozent der Physik, Frankfurt a. M. . . . . (17. 6. 03)

Siemens, Friedrich, Dr. med., Geh. Med.-Rat, Direktor der Landes-Irrenanstalt Lauenburg i. P. . . . . (19. 12. 79)

**Speck, Carl,* Dr. med., San.-Rat, Kreis-Physik., Dillenburg 5. 4. 71.

Stoeckel, Walter, Dr. med., o. Prof., Direktor der gynäkol. Klinik, Kiel . . . . . (5. 8. 08)

Strahl, Hans, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Gießen . . 27. 1. 88. (14. 12. 80)

Straub, Walther, Dr. med., o. Prof. d. Pharmakol., Freiburg (13. 12. 05)

Study, Eduard, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Bonn . (14. 3. 90)

Uthoff, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Breslau . . . . . 4. 11. 91.

Wendel, Walther, Dr. med., Prof., Direktor des städtischen Krankenhauses, Magdeburg-Sudenburg . . . . . (12. 2. 02)

Wernicke, Erich, Dr. med., Prof., Direktor des hygienischen Instituts in Posen 16. 2. 98. (10. 2. 97)

Ziegenbein, Hans, Dr. phil., Vorst. d. Nahrungsm.-Amts, Stralsund . . . . . (14. 5. 02)

Durch den Tod hat die Gesellschaft im Jahre 1917 verloren:

von den Ehrenmitgliedern:

Graf Zeppelin, Dr ing., Exzellenz, Friedrichshafen . . . 5. 8. 08.

von den ordentlichen Mitgliedern:

Bauer, Max, Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rat 11. 3. 85.
v. Behring, Emil, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Wirkl. Geh. Rat, Exzellenz 15. 5. 95

von den auswärtigen Mitgliedern:

Brauer, August, Dr. phil., Prof., Direktor des Museums für Naturkunde, Berlin . . . . . 17. 5. 99.
. (17. 6. 96).
Küster, Fr. Wilh., Dr. phil., o. Prof., Gutsbes., Müncheberg bei Berlin . . . . . (26. 7. 93)

Der Vorstand.

F. Richarz, Vorsitzender. *A. Thiel,* ständiger Schriftführer.
A. Lohmann, Kassenführer.

Kriegsvertreter des Schriftführers und des Kassenführers:
F. A. Schulze.

Engerer Ausschuß.

E. Korschelt, stellvertr. Vorsitzender. *E. Schmidt. F. Tuczek.*

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 1 Januar 1917

In der Sitzung vom 10. Januar 1917 hielt zunächst Herr E. Jaensch folgenden Vortrag:

Ueber die Wahrnehmung von Helligkeiten und das Gesetz des Helligkeitskontrastes von Heß und Pretori

(nach Versuchen von E. A. Müller).

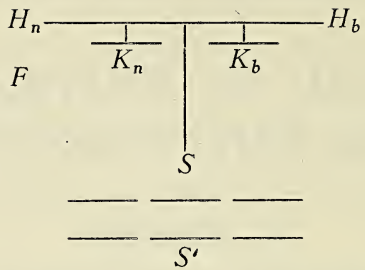
Vortragender setzt seine optischen Mitteilungen fort (vgl. 20. XI. 1913) und berichtet über Untersuchungen, welche E. A. Müller dem Zusammenhang zwischen Farbenkonstanz und Helligkeitskontrast gewidmet hat.

Benützte Versuchsanordnungen:

a) für Kontrast:
   I) Methode nach Heß und Pretori (Anordnung I).
   II) Loch-Methode (Anordnung II): zwei Umfelder von verschiedener Helligkeit; die Infelder sind gebildet durch ausgestanzte Löcher, hinter denen je ein Farbenkreisel steht.

b) für Farbenkonstanz („Transformationsfarben"): Beschattungsanordnung (Anordnung III):

Seitlich vom Fenster F, vor dem Hintergrund H ein normal beleuchteter und ein vom Schirm S beschatteter Farbenkreisel, K_n bezw. K_b; S' ein Schirm, der von



K_n und K_b nur einen kleinen Ausschnitt erkennen läßt und zur Einstellung auf objektiv gleiche Helligkeit beider Kreisel dient. Bei freiem Ueberblick über die Beleuchtungsverhältnisse, z. B. bei Betrachtung über S' hinweg, erscheint nach objektiver Gleichheitseinstellung der beschattete Kreisel K_b heller („Transformation"). Die Transformation ist nicht zurückführbar auf die physiologischen Anpassungsvorgänge Pupillenspiel, Simultankontrast, Daueradaptation; denn K_b erscheint auch dann heller, wenn die Hintergründe H so gewählt werden, daß H_b trotz der Beschattung objektiv heller ist als H_n, die Anpassungsvorgänge also umgekehrt dahin wirken müßten, daß K_n heller erschiene als K_b. — Beim Kontrast (Anordnung I und II) heißen die kontrastleidenden Felder „Infelder", die kontrasterregenden Felder „Umfelder", bei den Transformationserscheinungen (Anordnung III), die Kreiselscheiben „Infelder", die Räume, worin sie stehen, „(hell-, dunkel- etc.) beleuchtete Räume". Obwohl die Transformation nicht auf Kontrast zurückführbar ist, gilt dann folgender Satz: Gesetze des Kontrastes gehen über in Gesetze der Transformationserscheinungen, wenn man in den Kontrastgesetzen den Terminus „Umfeld" ersetzt durch den Terminus „beleuchteter Raum". — Sätze, die in dieser Weise zusammenhängen, sollen Parallelgesetze heißen. Die subjektive Helligkeitsänderung heiße bei Kontrast und Transformation mit übergreifendem

Ausdruck „Beeinflussung". Die „Beeinflussung" wird gemessen durch den Quotienten der Weißvalenzen gleich hell erscheinender Infelder.

Die Versuche E. A. Müllers führen u. a. zu folgenden Parallelgesetzen:

1. Parallelgesetz über die Beeinflussung bei steigender Weißvalenz (Anordnung II und III): Die Beeinflussung wächst proportional der Weißvalenz der Infelder.

a) Erklärung von Abweichungen: die Kurve der Beeinflussung kann statt des geradlinigen einen staffelförmig ansteigenden Verlauf zeigen, z. B. bei größerem Abstand der Infelder voneinander. Ein Vergleich ist hier nur dadurch möglich, daß die Vp. der festen Scheibe eine sprachliche Charakterisierung („mittelgrau" u. s. w.) erteilt und die variable im Sinne dieser eingeprägten Charakterisierung einstellt, wodurch der lineare Verlauf in den staffelförmigen übergeht. Hieraus erhellt die Bedeutung von Herings Anweisung, alles den Vergleich Erschwerende bei Kontrastversuchen zu vermeiden.

b) Gültigkeitsgrenzen: Das Parallelgesetz gilt nur unter der Voraussetzung, daß der Fall der Helligkeitsgleichheit zwischen Infeld und Umfeld bzw. zwischen Scheibe und Hintergrund ausgeschlossen bleibt. Der Fall genauer Gleichheit heißt „Indifferenzpunkt". Die ihm nahe kommenden Fälle bilden das „Indifferenzgebiet".

2. Parallelgesetz über die Beeinflussung im Indifferenzgebiet (Anordnung II und III): Im Indifferenzgebiet übersteigt die Beeinflussung die Proportionalität zur Weißvalenz, und zwar in wachsendem Maße mit der Annäherung an den Indifferenzpunkt. Das Maximum der Beeinflussung liegt an der Stelle des Indifferenzpunktes.

a) Erklärung: Bei den Transformationserscheinungen wächst die Beeinflussung, „jemehr man sich anstrengt, in den Schatten einzudringen“: Im Indifferenzgebiet ist dieses Verhalten in besonders hohem Maße gefordert; darum hier Zunahme der Beeinflussung und Höchstwert derselben im Indifferenzpunkt. Das Entsprechende für den Kontrast ergibt sich aus der später zu erörternden Abhängigkeit der Kontrastphänomene von den Transformationserscheinungen.

3. Parallelgesetz über Invarianz der Gleichungen (Anordnung II und III): Gleichungen bleiben bei proportionaler Aenderung aller Valenzen innerhalb weiter Grenzen ungeändert (z. B. bei Aenderung der Gesamtbeleuchtung).

4. Das erweiterte Kontrastgesetz von Heß und Pretori als Hälfte eines Parallelgesetzes (Anordnung I und III):

a) Versuch von Heß-Pretori (Anordnung I): Gegeben zwei Infelder in verschiedenem Umfeld; die Infelder werden auf scheinbar gleiche Helligkeit eingestellt, das eine Infeld wird abgeändert, hierauf auch das zugehörige Umfeld, letzteres soweit, bis infolge der Kontrastwirkung wieder scheinbare Gleichheit der Infelder auftritt. Trägt man die Helligkeiten des Infeldes als Abszissen, die des Umfeldes als Ordinaten auf und verbindet man die Schnittpunkte, so entstehen Gerade von verschiedener Höhenlage und Richtung. Somit gilt: Soll die Helligkeit des Infeldes trotz objektiver Aenderungen scheinbar konstant bleiben, so müssen die Helligkeitszuwüchse von Infeld und Umfeld in einem konstanten Verhältnis bleiben (Arch. f. Ophth. 40). Ueber die Größe des mit den Ausgangswerten von Infeld und Umfeld wechselnden konstanten Proportionalitätsfaktors (sog. „Kontrastkoeffizienten“) macht das Gesetz keine Aussage.

b) Erweiterung des Gesetzes von Heß und Pretori. Schon den Versuchen von Heß-Pretori läßt sich der Hinweis auf eine weitere, bisher nicht bemerkte Gesetzmäßigkeit entnehmen. Verlängert man nämlich die Geraden der Tabelle, so ergibt sich: Die Verlängerungen der Geraden von Heß-Pretori gehen durch einen Punkt; die Geraden bilden ein Strahlenbüschel.

Im Sinne der Fragestellung nach dem Schnittpunkt stellt die Tabelle von Heß-Pretori allerdings nur einen Versuch dar, der somit mehrfacher Wiederholung bedarf. Die Anstellung mehrerer Reihen an verschiedenen Vpn. ergab, daß die Geraden in der Tat durch einen links unten vom Koordinatenanfang gelegenen Punkt gehen, daß aber bei einzelnen Versuchspersonen auch zwei Schnittpunkte auftreten können.

Die graphische Darstellung des erweiterten Gesetzes von Heß-Pretori ergibt also, wenn der Koordinatenanfangspunkt in den Schnittpunkt der Geraden verlegt wird, ein Strahlenbüschel mit der Gleichung:

$$y - \lambda x = 0$$

und der variable Parameter λ ist identisch mit dem sogen. Kontrastkoeffizienten k. Für λ gilt: $\lambda = \frac{y}{x}$. Die Formel $y - \lambda x = 0$ ist das erweiterte Gesetz von Heß und Pretori; sie drückt die Bedingung dafür aus, daß ein Infeld bei Änderungen konstant erscheint. Diese Formel ist, wie nun gezeigt werden soll, Hälfte eines Parallelgesetzes.

c) Mit Anordnung III ergibt sich: Beim gleichzeitigen Vorhandensein nur einer Beleuchtung ist die Berücksichtigung der Beleuchtung, und damit die Farbenkonstanz, eine annähernd totale. — Bei den bisherigen Versuchen wurde die Beschattungsanordnung aus einigem Abstand betrachtet, sodaß zwischen dem Auge und dem beschatteten

Raum hellbeleuchteter Raum liegt. Bei den gegenwärtigen Versuchsreihen wird der Kopf abwechselnd in die beiden Räume selbst hineingebracht, unter Ausschluß von Dauer-adaptation. Die wichtigsten Fälle von Transformation, die das tägliche Leben bietet, sind von dieser Art, z. B. wenn man sich von der Fensterseite nach dem Hintergrunde des Zimmers begiebt oder wenn die Gesamtbeleuchtung wechselt.

d) Drückt man nun diesen Fall nahezu idealer Farben-konstanz in der Sprache der Valenzen aus, so ergibt sich eine dem erweiterten Kontrastgesetz genau entsprechende Beziehung. Ein Objekt habe bei normaler Beleuchtung die objektive Helligkeit α, bei schwächeren Beleuchtungen die Helligkeiten $\frac{\alpha}{n}$ bezw. $\frac{\alpha}{n'}$ u. s. f. Der Grund, auf dem sich das Objekt befindet, habe bei normaler Beleuchtung die Helligkeit β, bei schwächeren Beleuchtungen demzufolge die Helligkeiten $\frac{\beta}{n}$, $\frac{\beta'}{n'}$ u. s. f. Wird nun das auf seinem Grund liegende Objekt zunächst irgendeiner jener schwächeren, dann der normalen Beleuchtung ausgesetzt, so bleibt im Falle idealer Farbenkonstanz die scheinbare Helligkeit des Objektes unverändert, während die objektiven Helligkeits-zuwüchse von Grund und Objekt $(\beta - \frac{\beta}{n};\ \beta - \frac{\beta}{n'} \ldots$ bezw. $\alpha - \frac{\alpha}{n};\ \alpha - \frac{\alpha}{n'} \ldots)$ in dem konstanten Verhältnis

$$\frac{\beta - \frac{\beta}{n}}{\alpha - \frac{\alpha}{n}} = \frac{\beta - \frac{\beta}{n'}}{\alpha - \frac{\alpha}{n'}} \ldots = \frac{\beta}{\alpha} = \mu$$

bleiben. Diese Beziehung bei der Transformation ist das genaue Analogon zum ursprünglichen Satze von Heß-Pretori. Der genaue Parallelismus zur Erweiterung dieses Satzes ergibt sich daraus, daß der Proportionalitätsfaktor λ den Wert $\frac{y}{x}$ und

der Proportionalitätsfaktor μ den Wert $\frac{\beta}{\alpha}$ besitzt, wo y und x dort die Helligkeiten von Umfeld und Infeld, β und α hier die Helligkeiten von Grund und Objekt, also dasselbe bedeuten.

Der in den Parallegesetzen zum Ausdruck kommende Zusammenhang rührt daher, daß die Kontrastphänomene Engramme der Erscheinungen von Farbenkonstanz sind (diese Ber. 1913). Diese letzteren ihrerseits wieder auf Erfahrung zurückzuführen, wie in der Psychologie z. Zt. üblich, bedeutet einen Rückfall in den von Hering aufgewiesenen Zirkel (Grundz. d. Lehre vom Lichtsinn 1907 S. 20), den der Empirismus hier wie anderwärts begeht. Die Farbenkonstanz beruht nicht auf Erfahrung. Ihre Erklärung ergibt sich im Zusammenhang mit anderen Versuchen, über die später zu berichten sein wird.

Hieran anschließend behandelt Herr Jaensch

Die Frage der Gleichförmigkeit des Geschehens auf psychologischem und physiologischem Gebiete.

Gegen die Zurückführung der Kontrastphänomene auf die Erscheinungen der Farbenkonstanz wurde eingewandt, daß jene eine strenge Gesetzmäßigkeit, diese aber eine „enorme" Labilität und Variabilität von einem Individuum zum andern zeigten, worin sich die Zugehörigkeit des Kontrastes zu dem peripher-physiologischen, die der Farbenkonstanz zu dem zentralen (psychischen) Gebiete verrate. (Ber. über d. V. Kongr. f. exp. Psych. 1912 S. 187.) Der Einwand beansprucht allgemeineres Interesse. Nach v. Kries' Ansicht entspringen wichtige Einwände auch gegen Grundvorstellungen der Helmholtz'schen Sinnesphysi-

ologie aus der Voraussetzung, daß die zentralen Erscheinungen in hohem Maße labil und individuell different seien und darum zur Erklärung jener streng gesetzmäßigen Erscheinungen, die die Sinnesphysiologie aufweist, nicht herangezogen werden dürften.

Zur Verdeutlichung des Einwands stelle man etwa, wie einer der Herren Opponenten tat (Hr. Rupp), den Versuch mit der Beschattungsanordnung (III) unter Weglassung des Hintergrunds (*H*) an. Mangels ausreichender Anhaltspunkte ist der Eindruck der Beleuchtung dann mehrdeutig, und die subjektive Aufhellung der beschatteten Scheibe erfolgt in sehr verschiedenem Ausmaß, je nachdem man sich lebhaft vorstellt, daß die Scheibe im Schatten oder unter normaler Beleuchtung stehe; auf Beobachtungen solcher Art gründet sich der Einwand gegen die Heranziehung psychologischer Faktoren in der Sinnesphysiologie. Dort Wechsel der Erscheinungen mit dem Wechsel der Vorstellungen — das Merkmal der zentralen Vorgänge und sog. „Urteilstäuschungen" — hier bei den sinnesphysiologischen Erscheinungen unausweichliche Gesetzmäßigkeit; somit enorme Labilität und individuelle Differenziertheit bei den psychischen, nicht aber bei den physiologischen Vorgängen.

Allein dieser Schluß entbehrt durchaus der Grundlage. Wenn es Aufgibe eines echten Versuchs ist, im Gegensatz zu den Verhältnissen des Alltagslebens den isolierten Ablauf eines Vorgang zu verfolgen, so ist die als Beispiel herangezogene, für die Argumentation typische Beobachtung kein echtes Experiment; denn da die Scheibe bald als beschattet, bald als nicht beschattet aufgefaßt werden kann, ist ein isoliertes Studium der scheinbaren Aufhellung bei Beschattung an dieser Anordnung nicht möglich. Soll die Labilität und individuelle Differenziertheit bei den sog. psychischen und den sog. physiologischen Erscheinungen verglichen werden, so sind beide in die Form echter Versuche zu bringen, welche nicht nur die äußere Konstella-

tion, sondern auch die innere Verhaltungsweise in möglichst vollkommenem und möglichst gleichem Maße determinieren. Geschieht dies bei den offensichtlich mit den Vorstellungen in weitem Maße variierenden Transformationserscheinungen und andererseits bei den Kontrastphänomenen, die diesen Einfluß nicht erkennen lassen, so ergibt sich allerdings aus den Untersuchungen E. A. Müllers in beiden Fällen ein bemerkenswerter, in der graphischen Darstellung der Resultate durch je ein Flächenstück charakterisierter Wert für die Labilität und ebenso für die individuelle Differenziertheit, der aber für beide Erscheinungsgebiete annähernd geiche Größe besitzt. Auch beim Kontrast ergibt sich somit Labilität und individuelle Differenziertheit, wenn man sich nicht mit je einer Versuchsreihe und Versuchsperson begnügt.

Da die herangezogenen Versuchsreihen immer dieselbe Funktion z. B. Gerade ergaben und die Labilität und Differenziertheit nur in der abweichenden Lage und Richtung, also in den Konstanten der Funktion zum Ausdruck kam, so ist klar, daß die von Reihe zu Reihe wechselnden Werte gleichwohl in gesetzmäßigen Korrelationen stehen und daß Labilität und Differenziertheit strenge Gesetzlichkeit nicht ausschließt. Etwas Entsprechendes liegt vor, wenn von einzelnen, z. B. von Oppenheim, die Bedeutung der Tatsachen, die der Vagotonielehre zugrunde liegen, darin erblickt wird, daß dadurch der individuelle Faktor im Nervengeschehen auf einen exakten Ausdruck gebracht und zugleich durch den Aufweis seiner Korrelationen, zunächst in einem Falle, der naturgesetzlichen Behandlung erschlossen werde (Korrelation von Graden der individuellen Adrenalin- und Pilokarpinempfindlichkeit).

Von beiden Seiten her verkleinert sich der Unterschied, auf den der besprochene Einwand hinweist. Wie sich das physiologische Geschehen als immer differenzierter herausstellt, so enthüllt umgekehrt die Psychologie immer speziellere Gleichförmigkeiten, die in der Gesetzmäßigkeit des inneren

Geschehens einerseits, in der Konstanz der Umweltbedingungen anderseits gründen. Marbes Versuche über Gedankenlesen z. B., bei denen auf die Aufforderung hin, eine Farbe vorzustellen, überwiegend „rot" vorgestellt wird, worauf an Häufigkeit „blau" und in weitem Abstand erst „grün" und „gelb" folgt, dürften sich aus einer psychischen Gesetzmäßigkeit, nämlich der verschiedenen Eindringlichkeit der Farben erklären, die nach Ameseders Versuchen genau in der gleichen Reihenfolge abgestuft ist. Mit der Konstanz der Umweltbedingungen, in Verbindung mit inneren Gleichförmigkeiten, dürfte es zusammenhängen, daß nach gelegentlichen Erhebungen des Vortr. eine an die Wahrnehmung der Pflastersteine anknüpfende Form des Zwangsdenkens im Kindesalter sehr häufig, fast physologisch zu sein scheint („es passiert etwas, wenn man auf die Ritzen tritt" u. dgl.). Ursache ist offenbar die besondere Nähe und Eindringlichkeit des Objektes, die habituelle Aufmerksamkeitsrichtung auf das Naheliegende und die gleichfalls nachgewiesene Perseverationstendenz der kindlichen Vorstellungen. — Da eine solche Gleichförmigkeit im Speziellen in besonderem Maße auch bei den höchsten Wahrnehmungsprozessen besteht, so erhellt auch von hier aus die Grundlosigkeit des Einwands, der die strenge Gesetzmäßigkeit der in die elementaren Wahrnehmungsvorgänge eingehenden psychischen Prozesse bestreitet; denn die hervorgehobene Gleichförmigkeit im Speziellen ist sogar bei der Festhaltung und Schilderung hochkomplizierter Wahrnehmungskomplexe zu bemerken. Der Sprachforscher Hehn weist auf die fast wörtliche Uebereinstimmung vieler epischer Schilderungen Goethes mit antiken Dichterstellen hin, eine Gleichförmigkeit, die aus Goethes Neigung zu den typischen Gestaltungen, den „Urphänomenen", sich erklärt und zugleich den tieferen Grund für die Wertschätzung der Antike in der europäischen Menschheit aufweist.

Hierauf sprach Herr F. Richarz:

Über die Farbe des Mondes, Farbenerscheinungen an Wasserfällen und an Wolken.

Im Nachstehenden teile ich einige kleine ältere Überlegungen und Beobachtungen mit, die ich schon lange gelegentlich zu veröffentlichen beabsichtigte.

I. Über die Farbe des Mondes.

Der Mond erscheint am Nachthimmel gelb, am Tageshimmel weiß. Bei folgender Veranlassung drängte sich mir die überaus einfache Erklärung dieses Farbenwechsels auf. Mein Schüler und früherer Assistent Herr Willie Bieber hat über das Blau des Himmelslichtes in Anknüpfung an die bekannte Theorie von Lord Rayleigh, diese dahin verändert, daß es nicht die Luftmolekeln selbst, sondern feinste Teilchen von Ammoniumnitrat oder -nitrit sind, an denen das kurzwellige Blau des Sonnenlichtes stärker zurückgeworfen wird, als die langwelligen Farben der roten Spektralseite [1]). Einerlei, welche kleine Teilchen es sind, die eben wegen ihrer Kleinheit vornehmlich Blau zurückwerfen: das Blau des Himmelslichtes ist keine auf irgend welcher selektiven Absorption beruhende Subtraktionsfärbung, sondern ein aus der Substanz der Atmosphäre heraus uns zugeworfener Teil des Sonnenlichtes. Er addiert sich bei Tag zu jedem Licht einer kosmischen Strahlungsquelle, die der Erde ihr Licht zusendet, und überstrahlt sie meist. Das vom Monde allein zurückgeworfene Sonnenlicht, wie wir es bei Nacht wahrnehmen, erscheint uns gelb. Am Tageshimmel addiert sich zu diesem allein genommen gelben Mondlicht das blaue Licht der Atmosphäre und da beide Färbungen komplementär sind, er-

1) W. Bieber, Kondensationskerne der Erdatmosphäre, Meteorologische Zeitschrift **31**, p. 358, 1914.

scheint uns der Mond am Tageshimmel weiß, wenn das Himmelsblau ihn nicht überstrahlt.

Diese Erklärung erschien mir so ungemein einfach, daß ich sicher glaubte, sie sei schon anderweitig ausgesprochen worden. Ehe ich sie daher jetzt veröffentlichte, wandte ich mich an Herrn Kollegen Alfred Wegener mit der Frage, ob diese Erklärung des Farbenunterschiedes des Mondes am Nacht- und am Tageshimmel nicht bereits gegeben worden sei. Auch seines Wissens ist das nicht der Fall; aber er teilte mir dabei mit, daß er selbst ebenfalls kürzlich gesprächsweise dieselbe Erklärung am Orte seiner augenblicklichen militärischen Tätigkeit geäußert habe. Übrigens wird sich die Richtigkeit durch spektrophotometrische Messungen prüfen lassen, die ich in Aussicht genommen habe.

Im Zusammenhange mit Vorstehendem kann man nun noch die übrigens davon unabhängige Frage nach der gelben Farbe des Mondes am Nachthimmel erörtern. Sie kann auf einer, durch die Mondoberfläche selbst dem zurückgeworfenen Sonnenlicht erteilten Färbung beruhen, wie das Rot des Mars: Die Mondoberfläche könnte ja vielleicht reich sein an dem gelb gefärbten Eisenhydroxyd. Es ist aber auch möglich, daß das Gelb dem Einfluß der Atmosphäre als trübes Medium (siehe weiter unten, III) auf das durchfallende Licht des Mondes zuzuschreiben ist. Demgegenüber könnte man einwenden, daß doch das direkte Sonnenlicht weiß erscheint, obwohl auch dieses durch die Atmosphäre hindurchgegangen ist. Das kann aber auf der überaus viel größeren Intensität des direkten Sonnenlichtes beruhen; sehr intensives Gelb wird vom Auge als Weiß empfunden.

II. Über Farbenerscheinungen an Wasserfällen.

Folgende Beobachtung machte ich zuerst am großen Fall der Ache in Gastein: später aber bot sie sich mir noch mehrfach dar, Wenn ein grün gefärbtes Wasser im freien Fall oder auch in Stromschnellen schäumend und teilweise

zerstäubend an einzelnen Stellen dicht über Felsen hinweggleitet, so schimmern diese rötlich durch das Wasser hindurch, auch wenn ihre eigene Färbung einfach schwarz oder grau ist. Erklärung ist natürlich der simultane Kontrast zu der grünlichen Farbe des Wassers. Diese letztere tritt kräftiger hervor an den Stellen, wo das Wasser hohl fließt und das diffuse Tageslicht von hinten her nach vorn hindurchdringt. Sie entfällt mehr oder weniger an denjenigen Stellen, wo das Wasser dicht über einzelne Felsen läuft; daher erscheinen diese komplementär gefärbt.

Man kann die Erscheinung in Anknüpfung an bekannte Versuche vollkommen experimentell nachbilden, Ein Streifen grünen Papiers bedeutet das fallende Wasser. Ein ihn bedeckender Streifen dünnes Seidenpapier gebe den Schaum und Gischt der Oberfläche wieder, Ein Stück schwarzes oder graues Papier, welches an einer Stelle das grüne ersetzt (einfach darauf geklebt), erscheint dann durch das Seidenpapier hindurch deutlich rot. In hinreichendem Maßstabe kann der Versuch einem großen Hörerkreis sichtbar gemacht werden. Diese künstliche Nachbildung der in der Natur sich darbietenden Verhältnisse mit dem gleichen Farbenempfindungserfolge ist völlig unabhängig von der bei den Physiologen und Psychologen kontroversen Erklärung, wie dieser simultane Kontrast zu Stande kommt.

III. Über blaue und gelbe Wolken.

„Trübe Medien“ nennt man durch Teilchen in feiner Verteilung undurchsichtig oder durchscheinend gemachte, an und für sich durchsichtige Medien. Die Farbe „trüber Medien“ ist im durchfallenden Licht gelblich und rötlich, im zurückgeworfenen bläulich und grünlich, (Siehe oben in I. die Bemerkungen über das Zustandekommen des Himmelsblau.) Wolken sind durch Wassertröpfchen getrübte Luft: dem entsprechen die Färbungen, welche sie zeigen, wenn die Tröpfchen sehr klein sind. Besonders häufig sieht man bläu-

liche und gelbliche Wolken, jene im reflektierten, diese im durchfallenden Sonnenlicht. Sehr prächtig erscheinen diese Färbungen, wenn beide Beleuchtungsbedingungen nebeneinander verwirklicht sind, wobei die gelblichen und bläulichen Wolken als komplementär gefärbt ihren Eindruck gegenseitig verstärken. Dies habe ich einmal wundervoll zu beobachten Gelegenheit gehabt, als ich mich am späten Nachmittage auf der Simplonpaßhöhe befand. Im Norden über den Berner Alpen hingen einzelne Wolkenstreifen, sich der Länge nach westöstlich erstreckend; sie bildeten den Rest voraufgegangener Bewölkungstage bei westlichem Winde, während nunmehr unter lebhaftem Nordwind Aufklärung erfolgte. Der zunächst gelegene Wolkenstreifen war schmäler als der entferntere, sodaß letzterer vielfach neben und unter jenem zu sehen war. Von Westen her schien die Sonne gerade zwischen diese beiden Wolkenstreifen hinein. Wie die beobachteten Färbungen bewiesen, bestanden sie aus sehr feinen Tröpfchen. Daher erschien der vordere Wolkenstreifen als von rückwärts beleuchtet im durchfallenden Lichte gelblich, der entferntere weil von vorne beleuchtet beim auffallenden Lichte bläulich. Ich erinnere mich nicht diese Wolkenfärbungen, die übrigens häufig zu beobachten sind, jemals so lebhaft gesehen zu haben: mit dem Hochgebirge zusammen war das Bild ein ganz herrliches.

In der Wahlsitzung wurde Herr Prof. *G. v. Bergmann* zum ordentlichen Mitglied gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 2 März 1917

Zu Beginn der Sitzung vom 21. März gedachte der Vorsitzende F. Richarz des Verlustes, den die Gesellschaft durch das Hinscheiden ihres Ehrenmitgliedes Graf Zeppelin erlitten hat, und verlas das von der Gesellschaft an die Witwe des Verstorbenen abgesandte Beileidstelegramm:

Mit ganz Deutschland trauern auch wir um den geistvollen tatkräftigen Erfinder, der wie wenige die Gemeinsamkeit von Wissenschaft und Tat hochschätzte. Ihn durften wir mit Stolz unser Ehrenmitglied nennen. Noch vor kurzem konnten wir ihm unseren ehrerbietigsten und wärmsten Dank aussprechen für die guten Wünsche, die er unserer Gesellschaft zu ihrem hundertjährigen Bestehen sandte. Solange sie weiter besteht, wird in ihr wie in der ganzen Welt sein unsterbliches Werk lebendig bleiben.

Hierauf erhielt die Gesellschaft folgendes Danktelegramm:

Für wohltuende Teilnahmebezeugung warmen Dank.

Gräfin Zeppelin.

Sodann trug Herr Alfred Wegener (auf Urlaub aus dem Felde) vor über seine Berechnung des am 3. April 1916 in Kurhessen am Nachmittag um 3½ Uhr durch Lichterscheinung und Detonation beobachteten Meteoriten. Seine Berechnungen aus den gesammelten Beobachtungen ergaben einen Hemmungspunkt des Meteoriten mit Erlöschen der Lichterscheinungen in etwa 16 km Höhe über dem Erdboden und bei Fortsetzung der berechneten Bahn einen Einschlagspunkt in der Gegend nördlich von Treysa. Auch die Masse ließ sich als sehr erheblich schätzen, und da bei der Herbstbestellung des Feldes nichts gefunden wurde, ein Niedergang im Walde vermuten. (Die ausführliche Abhandlung ist im 1. Heft des 14. Bandes der Schriften der Gesellschaft erschienen.)

Hierauf berichtete Herr F. Richarz über die Auffindung des Meteoriten. Auf Grund der Beobachtungen und der Berechnungen von Herrn Alfred Wegener setzte die Gesellschaft im Januar d. J. einen Preis von 300 Mark auf die Ablieferung des Meteoriten aus. Anfang März lief dann eine Meldung von einem Förster ein, daß im Rommershausener Wald, nordwestlich von Treysa, sich eine Grube befinde, deren Ursprung nicht erklärbar sei, und die vermutlich die Einschlagstelle des Meteoriten bedeute. In der Tat wurde auf dem Grunde dieser Grube der Meteorit gefunden, und ist nunmehr nach Marburg übergeführt worden. (Nähere Mitteilungen werden im 2. Heft des 14. Bandes der Schriften der Gesellschaft gegeben werden.)

Herr E. Kayser sprach in Anknüpfung an diesen Meteoriten, dessen Beschaffenheit im einzelnen er besprach, über Meteoriten im allgemeinen, unter Demonstration der in der Geologischen Sammlung der Universität vorhandenen Original-Stücke und Nachbildungen anderer Meteoriten.

In der Wahlsitzung wurde Herr Dr. *Th. Körner* zum außerordentlichen Mitglied der Gesellschaft gewählt.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 3 Mai 1917

In der Sitzung vom 16. Mai 1917 hielt Herr F. Richarz folgenden Vortrag:

Nachträgliche Bemerkungen zu seinem früheren Vortrage über die Schwäche des senkrecht reflektierten Lichtes und damit zusammenhängende Erscheinungen, z. B., die Sichtbarkeit der U-Boote von Luftfahrzeugen aus.

Um einer mißverständlichen Deutung meines angegebenen Vortrages vom März 1915 vorzubeugen, möchte ich folgendes dazu bemerken: Zweck meiner damaligen Untersuchung war keineswegs nach der Erklärung der Sichtbarkeit der Unterseeboote von Luftfahrzeugen aus zu suchen. Vielmehr war der Ausgangspunkt meiner Betrachtungen die Erklärung des Intensitätsmaximums für das in der Auffallrichtung von Wolkenoberflächen reflektierte Licht. Dieses Intensitätsmaximum ist erforderlich für eine Erklärung der Beugungsringe um den Schatten des Beobachters beim Brockengespenst oder den Schatten des Ballon-Korbes bei dem entsprechenden Ballongespenst. Diese Erklärung glaube ich anderweitig gegeben zu haben. (F. Richarz, Marb. Sitz-Ber. 1912, Nr. 1 u. 5. Meteorol. Ztschr. 1912, Heft 6. Deutsche Luftf.-Ztschr. 1913, Nr. 1 u. 4. Deutsche Rdschr. f. Geogr. 1914, XXXVI. Jahrg., Heft 4.)

In meiner Abhandlung vom März 1915 habe ich nun untersucht, ob es denkbar sei, daß die verschiedene Intensität des unter verschiedenen Winkeln an einem einzigen Wassertröpfchen reflektierten Lichtes ein ähnliches Maximum hervorrufen könnte. Auf der 7. Seite meiner Abhandlung komme ich zu dem Resultat: „Die Reflexion an einem einzelnen Tröpfchen kann auch mit Berücksichtigung der Abhängigkeit der Reflexions-Intensität vom Einfallswinkel das zur Erklärung der Beugungsringe um Brocken- oder Ballongespenst zu postulierende und auch beobachtete Intensitätsmaximum für die Mitte der Erscheinung nicht erklären. Es bleibt also nur meine früher gegebene Erklärung"; und fahre dann fort: „Dagegen erklärt sich aus der hergeleiteten Abhängigkeit der Reflexion vom Einfallswinkel, die selbstverständlich nicht für metallische Reflexion gilt, eine Reihe anderer bekannter Erscheinungen." Auf der 7. Seite unten und auf der 8., der vorletzten, Seite oben bespreche ich dann endlich auch die Erscheinung, daß von Luftfahrzeugen aus die Wasserflächen, auf die man nahezu senkrecht hinabblickt, dunkel aussehen, während sie bei schräger Betrachtung hellglänzend erscheinen. Ich zeigte damals schon in der Sitzung als Beispiel eine sehr schöne Aufnahme Marburgs vom Ballon aus, welche im Juli 1909 von Herrn Alfred Wegener gemacht worden ist, als er bei einer Ballonfahrt von der „Ila" zu Frankfurt aus Marburg überflog. Auf dieser Aufnahme sieht man, wie die Lahn Marburg als schwarzes Band durchzieht, nicht als glänzendes, wie sie beim schrägen Aufblicken erscheint. Herr Alfred Wegener hat mir freundlichst gestattet, diese Aufnahme zu veröffentlichen. Durch das wiederholte Kopieren sind zwar die Randpartien etwas weniger scharf geworden, als im Original; indessen sieht man folgendes auch in der Reproduktion noch recht deutlich. Die Lahn tritt sehr nahe unter der Ecke oben links in das Gesichtsfeld ein und durchzieht dieses zunächst nach rechts hin bis etwa zur Mitte. Gegen Ende dieser Strecke

nimmt sie einen kleineren Arm wieder auf, der schräg von links unten her hinzutritt. Sodann wendet sich die Lahn in der rechten Hälfte des Bildes zuerst geneigt, dann völlig nach unten bis zu der hell erkennbaren Weidenhäuser Brücke, rechts und etwas oberhalb der Universität. Von da verläuft sie wieder schräg nach rechts unten, tritt eben in das untere Drittel des Bildes ein und verläßt dessen rechten Rand. Im ganzen Verlaufe erscheint die Lahn schwarz.

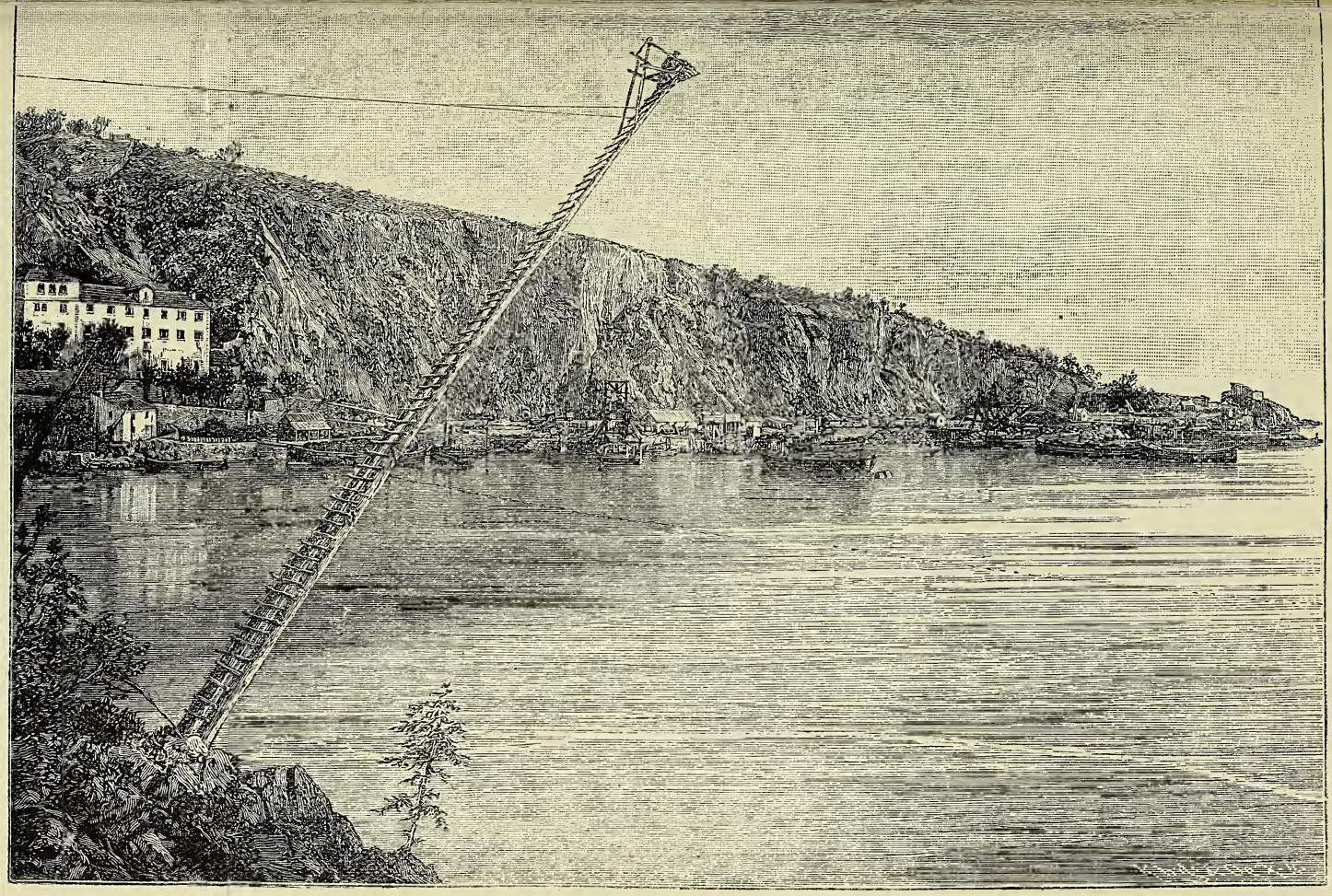
Um die Sichtbarkeit von Gegenständen, die sich im Innern des Wassers befinden, handelt es sich bei jenen meinen Darlegungen immer noch nicht.

Mir schien sich hierin aber auch, ungesucht, ein Grund darzubieten zur Erklärung der besseren Sichtbarkeit der U-Boote von Luftfahrzeugen aus. Es fällt die Überblendung durch den Reflex von der Wasseroberfläche hinweg, und das U-Boot im Innern des Wassers kann besser erblickt werden. Stillschweigende Voraussetzung war natürlich, die Beleuchtungs- und Reflexionsverhältnisse am U-Boot seien solche, daß es überhaupt erblickt werden kann, z. B. würde ein schwarzer Anstrich des U-Bootes seine Sichtbarkeit auch in diesem Falle vereiteln.

Die Mitteilung einer Beobachtung, welche Herr Kollege A. Gürber gemacht hat, veranlaßte mich, am Schlusse meiner damaligen Abhandlung auf Seite 8 noch eine, wie ich ausdrücklich hervorgehoben habe, andere Ursache zur Erklärung heranzuziehen, welche die Sichtbarkeit von Gegenständen, die im Inneren eines Flusses befindlich sind, vom Ballon aus begünstigt, „während man sie auch beim senkrechten Durchblicken durch den Wasserspiegel aus der Nähe, z. B. von einem Kahn aus, zu erkennen nicht im Stande ist.“ Ich habe diese Ursache damals als in der Unruhe des Wasserspiegels begründet auseinandergesetzt, und möchte auf meine Erklärung im einzelnen nicht nochmals zurückkommen. Herr Prof. Thorbecke zeigte im Februar d. J. bei seinen Lichtbildervorträgen über die

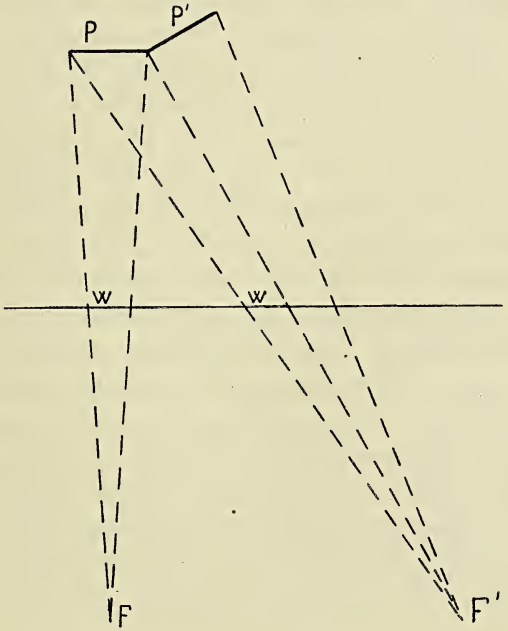
Kriegsschauplätze eine Art des Thunfischfanges im Adriatischen Meer, bei welcher ein Beobachter den Thunfisch von einem erhöhten Gerüst aus verfolgt, und dem Fänger Nachricht gibt, wo sich der Fisch befindet. Hier spielt der Thunfisch, der ja bekanntlich eine recht erhebliche Größe annimmt, die Rolle eines vom Flugzeuge aus erspähten U-Bootes. Der Beobachter wird Spion genannt. Herr Dr. Franz Strieder, dem diese Art des Auflauerns auf den Thunfisch bereits länger bekannt war, machte mich dankenswertester Weise darauf aufmerksam, daß jene Abbildung aus der „Gartenlaube", Jahrgang 1886, Band XXXIV Nr. 49, Seite 861, stammt und nach einer Momentphotographie von Alois Beer reproduziert ist; sie ist beistehend aufs Neue wiedergegeben. Die Frage, aus welchen physikalischen Gründen es für den „Spion" vorteilhaft ist, von einem solchen grotesken Gerüste aus den Thunfisch zu erspähen, wird in dem begleitenden Aufsatze nicht aufgeworfen.

Herr Felix Jentzsch teilte mir im Jahre 1915, bereits kurze Zeit nach dem Erscheinen meiner Mitteilung aus der Sitzung vom März jenes Jahres mit, daß er in ähnlicher Weise von dem Oberlande von Helgoland aus, bei bewegter See hinabblickend, die Gegenstände in der Tiefe des Wassers deutlich habe erkennen können. Herr Felix Jentzsch hat mir eine Veröffentlichung über diese Beobachtung zur Vorlage an die Gesellschaft übersandt, welche in Folgendem auf den Seiten 23 bis 31 zum Abdruck kommt (siehe insbesondere die Bemerkung vor der Ueberschrift). Wenn in dieser Mitteilung Herr Felix Jentzsch die Ursache der Sichtbarkeit des Meeres-Grundes in seinem Falle lediglich in die letztere meiner Erklärungen verlegt, welcher er vollständig zustimmt, so habe ich nichts dagegen einzuwenden; daß er dagegen die erste Erscheinung, die Schwäche des senkrecht reflektierten Lichtes überhaupt auch für alle anderen Fälle von der Erklärung ganz ausschließen zu sollen glaubt, kann ich nicht als berechtigt zugeben.



Veranlaßt durch vorstehende Bemerkungen teilte Herr G. Wetzel (als Gast) folgende von ihm gemachte Beobachtung mit: Beim Schießen nach Hechten von einer Brücke aus konnten ich und meine Jagdgenossen die Fische nur dann gut erkennen, wenn sie sich nahezu unmittelbar unter der Brücke befanden. Beim seitlichen Einblicken in das Wasser waren sie schlecht zu sehen. Es ist sehr wohl möglich, daß dies auf dem alsdann stärkeren Glanz der reflektierenden Wasseroberfläche beruhte, worauf nicht eigens geachtet wurde.

Jedoch kann, wie Herr F. Richarz hinzufügt, auch zur Erklärung dieser Beobachtung die zweite, von ihm im Märzbericht 1915 erwähnte Ursache, herangezogen werden. Zwar wird bei unveränderter Augenachse die Pupille *P* in der beigegebenen Figur für die Strahlenkegel von *F* bezw. *F'* aus dieselbe Größe der Durchtritts-Kreise durch die Wasseroberfläche *W* ergeben. Tatsächlich wird aber sich



das Auge drehen, und die Pupille $P' = P$ ergibt dann eine größere Austrittsfläche aus dem Wasser, wie unmittelbar aus der Figur erkennbar. Daraus folgt dann für das seitliche Blicken P' F' eine größere Unschärfe in Folge der Unruhe der Wasseroberfläche, falls eine solche Unruhe vorhanden ist. Wenn die Wasseroberfläche ruhig ist, entfällt die Möglichkeit, meine zweite Erklärungsweise heranzuziehen.

Sodann fügte Herr F. Richarz seiner **Erklärung des Farbenwechsels des Mondes** aus der Januar-Sitzung noch folgendes hinzu:

Wie ich damals ausgeführt habe, erklärt sich das Weiß-Erscheinen des Mondes am Tageshimmel, gegenüber dem Gelb-Erscheinen am Nachthimmel dadurch, daß am Tageshimmel sich das blaue Himmelslicht zu dem alleingenommen gelben Licht des Mondes addiert. Die Erscheinung des weißen Mondes am Tageshimmel ist abends natürlich nur um die Zeit des ersten Viertels herum sichtbar, morgens um die Zeit des letzten Viertels. Wenn nun um jene Zeit, wie z. B. Ende März d. J., sehr schöner blauer Himmel herrscht, dann erscheinen auf der beleuchteten Hälfte der Mondscheibe die dunkeln Flecken, die man auch als „Mann im Mond“ zu bezeichnen pflegt, bei Tage blau auf weißem Grunde. Es ist dies aus dem Erklärungsprinzip der Weißfärbung des Mondes am Tageshimmel sogleich zu erkennen. Das Reflexionsvermögen ist an den als „Mann im Monde“ bezeichneten Stellen schlechter, als an den übrigen; infolgedessen das von dem Monde selbst reflektierte gelbliche Licht an ihnen schwächer. Während nun die übrigen Stellen ein hinreichend intensives gelbes Licht geben, um mit dem blauen Himmelslicht zusammen Weiß resultieren zu lassen, ergeben die dunkeln Stellen ein Defizit an gelbem Licht, also einen Überschuß an atmosphärischem blauen Licht, und erscheinen deswegen am Tageshimmel blau auf der übrigen weißen Mondscheibe.

Herr F. A. Schulze hielt sodann die Vorträge:

1) Ueber den Schalldruck
(mit Demonstrationen).

2) Ueber den Einfluß der Steifigkeit auf die Transversalschwingungen von Saiten. (S. S. 75).

Eingegangen am 15. März 1917, von der Zensurbehörde zur Veröffentlichung zugelassen am 4. Mai 1917 [vgl. den Vortrag von F. Richarz in dieser Sitzung].

Die Einblicktiefe in natürliche Wasseroberflächen und die Sichtbarkeit von Unterseebooten.

Von Felix Jentzsch.

Beim Lesen der kleinen Notiz von Herrn Geheimrat Prof. Dr. Richarz in den Sitzungsberichten der Ges. z. Bef. d. ges. Nat. zu Marburg März 1915 Nr. 1 „Die Schwäche senkrecht reflektierten Lichtes und damit zusammenhängende Erscheinungen z. B. die Sichtbarkeit der Unterseeboote von Luftfahrzeugen aus“ erinnerte ich mich, wie ich Herrn Richarz schon im April 1915 mitteilte, an eine interessante Beobachtung, die ich im Hochsommer 1911 auf Helgoland machte.

Ich stand damals auf dem Oberland Helgolands, also etwa 60 m über dem Wasserspiegel, und sah auf der Westseite, wo man sehr steil hinabsehen kann, den Untergrund des Wassers ziemlich weit hinaus in wunderbarer Klarheit und Deutlichkeit. Jeder Stein, jede einzelne Klippe in ihren mannigfachen Farben schimmerte deutlich hindurch. Das wäre an sich ja nichts Besonderes gewesen, wenn nicht gleichzeitig die Oberfläche keineswegs ruhig, sondern vielmehr beträchtlich gekräuselt gewesen wäre. Es war sogar

möglich, die Wellenzüge selbst und die Steinblöcke, die doch bis zu mehreren Metern darunter lagen, gleichzeitig gleichmäßig scharf zu erkennen. Mir fiel diese Beobachtung um so mehr auf, als ich gleich darauf unten am Fuße des Oberlandes die Unruhe der Wasseroberfläche so stark fand, daß aus einer Kopfhöhe von etwa 2 m über der Oberfläche nur einige Centimeter ins Wasser hineinzusehen war. Man kann also auch in eine bewegte Wasseroberfläche einblicken, wenn man weiter entfernt ist.

Durch diese Beobachtung einer vom absoluten Abstande abhängigen Einblickstiefe würde natürlich jedem Erklärungsversuche sofort der Boden entzogen, der etwa vom Reflexionskoeffizienten Gebrauch macht.

Ich ging der Sache nicht weiter nach, obwohl die Sichtbarkeit der U-Boote von einem Luftfahrzeug aus mehrfach in Physikerkreisen erwähnt und besprochen wurde, ohne freilich voll geklärt zu werden. Daß man von einem Luftfahrzeug aus besonders gut ins Innere einer Wasseroberfläche einsehen kann, ist seit Jahrzehnten bekannt und wird von allen Luftschiffern und Fliegern bestätigt. Schon vor Jahren (etwa 1912) wurden Photographien untergetauchter U-Boote veröffentlicht (z. B. von Bejeuhr).

Erst in der kleinen Arbeit von Richarz findet sich ganz am Schlusse die meiner Meinung nach einwandfrei richtige Erklärung, daß nämlich bei genügend großem Abstande des Beobachters das von den ausgenutzten Strahlenbündeln durchsetzte Oberflächenelement so klein wird, daß es als eben angesehen werden kann, wenn es auch natürlich zur Haupt-Sehachse im allgemeinen geneigt ist. Die Kräuselung der Oberfläche stört dann nicht mehr die punktförmige Abbildung. So richtig mir das auch erscheint, so muß ich doch anderen Ausführungen des Herrn Richarz widersprechen, wenn er nämlich zu glauben scheint, daß die relative Schwäche senkrecht reflektierten Lichts einen wesent-

lichen Anteil an der Sichtbarkeit der U-Boote hat. Wenigstens erklärt er auf Seite 8 seiner Abhandlung, „daß darin die vornehmlichste Ursache dafür begründet sei, daß Unterseeboote von Luftfahrzeugen aus besser erspäht werden können als von einem Schiffe aus". Ich bin in diesem Punkte anderer Ansicht, wie ich im folgenden begründen möchte.

Wenn man ganz allgemein nach den Bedingungen frägt, von denen die

„Einblicktiefe in eine natürliche Wasseroberfläche"

abhängt, so findet man, abgesehen von allen Erscheinungen in der Oberfläche selbst, als wichtig die Beleuchtungsstärke und den Kontrast.

Erstere nimmt nach einem Exponentialgesetz mit der Tiefe ab, wobei der Extinktionsfaktor noch stark von der Farbe abhängt und außerdem noch mit der Jahreszeit (Organismen, Schmelzwasser, ev. Salzgehalt) und dem Bewegungszustand des Wassers schwankt (suspendierte Teilchen). Wichtig ist dabei die absolute Tiefe des Wassers auch dann, wenn sie wesentlich größer als die Einblickstiefe ist. Auch dann wirkt noch der Untergrund mit. In Ost- und Nordsee sind solche Unterschiede auch auf hoher See deutlich zu bemerken.

Was nun den Kontrast anbetrifft, so handelt es sich in den meisten Fällen um eine sog. Hellfeldbeobachtung, d. h. um das Erkennen dunkler Gegenstände auf dem hellen Hintergrunde des sie umgebenden durchleuchteten Wassers, bisweilen auch auf dem durchschimmernden festen Untergrunde. Deshalb sind die Durchsichtigkeitsproben der Ozeanographen für unsere Frage nicht ohne weiteres zu verwenden. Denn hierbei ist stets eine helle weiße Scheibe verwendet worden, die bis zum Verschwinden ins Wasser gesenkt wurde. Das wäre aber eine Dunkelfeldbeobachtung. Zu mindestens dürfte im Falle von U-Booten, verankerten Minen usw., die vom Luftfahrzeug aus beobachtet werden

sollen, stets eine Hellfeldbeobachtung vorliegen. In diesem Falle wird die Sichtbarkeit ganz wesentlich vom Farbenkontrast abhängen. Ferner sei auch hier erwähnt (s. w. u.), daß ein bewegter Gegenstand leichter als ein ruhender beobachtet wird, wie aus der Experimentalpsychologie bekannt ist.

Das Haupthindernis, das dem Einblicken in die Tiefe entgegensteht, sind aber die optischen Vorgänge in der Wasseroberfläche selbst, also die sog. Oberflächenlichter, der Glanz und die Unruhe des Wassers, wobei große glatte Wellenzüge oft weniger stören als leichte Kräuselung.

Der Oberflächenglanz hängt in seiner Stärke außer von der Reflexionsfähigkeit natürlich in erster Linie von der Helligkeit derjenigen Flächen ab, die aus der Richtung des reflektierten Sehstrahles strahlen. Das ist in der Natur oft wesentlicher als die Veränderung der Reflexion durch Anwachsen des Winkels. Liegt z. B. das Spiegelbild einer einzelnen, hellbeleuchteten Wolke gerade in der Blickrichtung, so kann auch unter den günstigsten Verhältnissen ein Einblick schon in geringe Tiefen unmöglich werden. Da die allgemeine Helligkeit in unseren Breiten meist in der Nähe des Zenits ziemlich gering ist, folgt für nahezu senkrechte Blickrichtungen, die also meist weitab vom Sonnenspiegelbild liegen, eine verhältnismäßig geringe Störung durch reflektiertes Himmelslicht[1]). Natürlich kommt es nicht nur auf den Kontrast in der Sehrichtung selbst an, sondern auch ganz seitwärts liegende helle Flecke können stark störend wirken, sofern nur überhaupt Licht von ihnen in den Augapfel dringt. Doch ist beim Gebrauch optischer Instrumente die Einengung des objektiven Gesichtsfeldes schon bei ganz schwach vergrößernden Fernrohren

1) Außerdem kann auch u. U. das Spiegelbild des beobachtenden Luftfahrzeuges selbst günstig wirken; besonders bei großen Motorluftschiffen. Senkrecht unter sich sieht der Beobachter durch das besonders dunkle Spiegelbild der Unterseite seines Standorts hindurch.

völlig ausreichend, um jede Störung dieser Art auszuschließen.

Der weiter bestimmende Faktor des Oberflächenglanzes, der Reflexionskoeffizient, nimmt bekanntlich mit wachsendem Einfallswinkel zu; sodaß die Intensität des streifend reflektierten Lichtes (Einfallswinkel 90 °) rund 50 mal größer ist als bei senkrechter Reflexion. So groß auch dieser Unterschied erscheint, so ist es trotzdem ziemlich gleichgiltig, ob man mehr oder weniger steil nach unten blickt; denn das Anwachsen der Reflexion liegt in der Hauptsache erst bei größeren Winkeln. Bis zu einem Einfallswinkel von 45 °, also für sämtliche Blickrichtungen innerhalb eines Kegels von 90 ° Spitzenwinkel, steigt der Reflexionskoeffizient nur von 2,0 % bis 2,8 %.

Nun tritt bekanntlich bei jeder Reflexion eine Polarisation des Lichtes ein, wie man mit einem Nicol an jeder Wasseroberfläche, jedem poliertem Möbel, jedem glatten Papier usw. zeigen kann. Deshalb ist es ohne weiteres möglich, mit Hilfe jeder einfachen Polarisationsvorrichtung die Beobachtung wesentlich zu verbessern; durch geeignetes Drehen des Analysators kann man stets einen großen Teil, oft den gesamten Oberflächenglanz auslöschen.

Reflexion an Wasser.

Einfalls-winkel	Reflexions-Koeffizient	Polarisierter Anteil	Durch einen Polarisator nicht zu beseitigender Oberflächenglanz
0 °	2,04 %	50 %	1,02 %
10 °	2,04 „	52 „	0,97 „
20 °	2,06 „	60 „	0,83 „
30 °	2,15 „	72 „	0,60 „
40 °	2,45 „	88 „	0,29 „
50 °	3,3 „	99 „	0,03 „
60 °	6,0 „	96 „	0,21 „
70 °	13,4 „	82 „	2,4 „
75 °	21,2 „	74 „	5,5 „
80 °	34,8 „	66 „	11,9 „
85 °	58,4 „	58 „	24,7 „
90 °	100,0 „	50 „	50,0 „

Wie groß dieser Anteil an polarisiertem Licht in der gesamten reflektierten Menge ist, zeigt vorstehende Tabelle in der dritten Spalte. Die letzte Spalte zeigt die Stärke des Oberflächenglanzes an, die auch bei Anwendung einer Polarisationsvorrichtung noch übrig bleibt, wobei die Stärke des einfallenden Lichtes, wie auch in den anderen Spalten, gleich 100^0 gesetzt ist. Wie man sieht, nimmt bei Benutzung einer Polarisationsvorrichtung der Oberflächenglanz zunächst sogar bis zum vollständigen Verschwinden ab und beginnt erst bei einem Einfallswinkel von etwa 75^0 größere Werte anznnehmen.

Aus alledem kann man folgern, daß bei senkrechter Blickrichtung keineswegs besonders günstige, das Einblicken in eine Wasseroberfläche fördernde Reflexionsverhältnisse vorliegen. Bei freiem Auge ist der Unterschied bis zu 45^0 und mehr nur gering. Bei Verwendung eines Polarisators oder Analysators ist sogar umgekehrt die senkrechte Richtung etwas im Nachteil.

Als weiteres, vielleicht das wichtigste Moment, das bei der Untersuchung der Einblickstiefe zu beachten ist, kommt nun noch der Bewegungszustand der Wasseroberfläche in Betracht. Wenn wir von solchen Fällen gänzlich absehen, wo durch Überschlagen der Wellenkämme eine stärke Luftdurchmischung des Wassers eintritt, sodaß Schaum jeden Einblick verhindert, so wirkt zunächst die Form der Oberfläche einmal durch Brechung des von innen kommenden Lichtes, außerdem aber durch Reflexion des Himmelslichtes. Bisher hatten wir stillschweigend angenommen, daß die senkrechte Blickrichtung aus der Luft herab auch senkrecht auf die Wasseroberfläche trifft. Das ist natürlich nur bei sog. „spiegelglatter“ See ungefähr der Fall. Bei bewegter See dagegen, und seien die Wellen noch so mäßig, kann es vorkommen, daß ein senkrecht nach unten blickender Luftbeobachter Oberflächenlichter erhält, die unter ziemlich großen Winkeln reflektiert sind. Die Anschauung

lehrt sofort, daß, solange man nur einmalige Reflexion voraussetzt, höchstens Reflexionswinkel von 45° auftreten können, dann ist aber die reflektierte Lichtmenge auch erst 2,8 % der einfallenden, also nur wenig mehr wie bei senkrechter Reflexion; bei Ausschaltung des polarisierten Anteils sogar weniger als bei senkrechter Sicht. Zieht man zweimalige Reflexion in Betracht, können zwar Winkel bis zu $67\frac{1}{2}^0$ auftreten, doch ist in diesem Falle die reflektierte Lichtmenge wegen der doppelten Verluste sogar nur 1,2 %. Im übrigen liegen die unter großen Winkeln reflektierten Strahlen meist ziemlich stark geneigt zur Lotlinie, sodaß der Beobachter um so weniger vom Oberflächenglanz gestört wird, je höher er sich befindet. Zu beiden Seiten eines Wellenbergs sieht er je einen hellen Streifen, der mit der Höhe immer schmaler erscheint.

Inseressanter noch ist der Einfluß der Brechung auf das Bild eines großen Gegenstandes im Wasser. Zunächst wirkt jede einzelne Welle wie eine Zylinderlinse und zwar erzeugt das Wellental stets ein verkleinertes, der Wellenberg ein vergrößertes virtuelles Bild. Letzteres nur, solange das Objekt sich nicht tiefer als der vierfache Krümmungsradius der Welle sich befindet. Liegt das Objekt tiefer, so entsteht ein reelles, in der Luft schwebendes Bild. In der Nähe dieser Tiefenlage wird also die Erkennbarkeit stark erschwert sein, besonders auch wegen des großen Lichtverlustes, der mit der hier herrschenden starken Vergrößerung verbunden ist. Die stets vorhandene Unruhe der Oberflächenkräuselungen, entstanden aus Interferenz von Wellensystemen sekundärer und höherer Ordnung, wirkt nicht anders wie „Polierfehler“ auf den großen Linsen der Hauptwellenzüge. Oft genug freilich ist diese „Politur“ so mangelhaft, die „Linse“ so schlecht, daß man überhaupt kaum noch von einer Linse reden kann. Bekanntlich sind aber in der Optotechnik die Ansprüche an die Güte einer Linse um so kleiner, mit je geringerer Öffnung sie benutzt

wird. In allen in Betracht kommenden Fällen, wo ein Luftbeobachter in die Wassertiefe einblicken will, ist diese Linsenöffnung aber ganz außerordentlich gering. Stets handelt es sich nur um höchstens einige Millimeter, meist nur geringe Bruchteile von Millimetern gegenüber mehreren ganzen Metern in den Dimensionen der „Linse“ selbst. Und zwar ist das zur Abbildung eines Gegenstandes in Anspruch genommenen Element der Oberfläche um so kleiner, je näher dieser Gegenstand der Wasseroberfläche ist und je weiter entfernt der Beobachter steht. Das optisch Bemerkenswerte ist nun, daß ein zweiter dem ersten benachbarter Punkt des Objektes zwar auch nur durch ein ganz kleines Element der Oberfläche hindurch abgebildet wird, daß aber dieses im allgemeinen ganz anders als das erste liegt. So löst sich das ganze Bild auf in ein Mosaik von Bildelementen von oft recht verschiedenem Abbildungsmaßstab. Die kontinuierlichen Linien des Objektes werden nicht nur stark verändert, gebogen, gezerrt, gedrückt, sondern, da die einzelnen Teile sehr verschiedene Intensität aufweisen, praktisch geradezu zerschnitten. Trotzdem vermag der menschliche Sehapparat die Elemente nicht sehr verschiedenen Abbildungsmaßstabes zu einem einheitlichen Bild zusammenzufassen. Das gelingt um so leichter, je weiter ab das Auge ist, je höher also das Luftfahrzeug fliegt, da dann der scheinbare Winkelabstand zusammengehöriger Objektteile kleiner wird. Die Diskontinuitäten bleiben ebenso unterhalb der Beobachtung bezw. der Beachtung, wie die Elemente einer Autotypie. Der ganze Vorgang gleicht überhaupt in vielen Einzelheiten dem Rasterverfahren der Autotypie. Die wellenbewegte Wasseroberfläche ist eine Rasterplatte.

Je größer die Wellenlänge der Wasserwogen ist, um so grobkörniger ist die Rasterplatte; — um so höher muß also das Luftfahrzeug schweben, wenn es Gegenstände im Wasser wahrnehmen will. Es gibt für jeden Fall eine

günstigste Beobachtungshöhe, oberhalb der die Verschleierung des Einblicks ins Wasser durch die Wellen verhältnismäßig gering wird, während darunter ein Einblick unmöglich ist. Ein derartiger Fall liegt z. B. bei der eingangs erwähnten Beobachtung auf Helgoland vor.

Eine wesentliche Besonderheit beim Einblicken durch eine Wasseroberfläche der Natur ist schließlich noch durch die Bewegung der Wellen gegeben, die die einzelnen Bildelemente sich dauernd gegeneinander verschieben läßt. In eine theoretische Erörterung würde natürlich in erster Linie die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen eingehen und ihre Richtung relativ zur Eigenbewegung des Beobachters und des U-Bootes. Die Frage ist indes wegen der vielen hineinspielenden psychologischen Momente nicht leicht exakt zu behandeln.

Im Felde an der Düna, Juli 1916, und in Rumänien, Februar 1917.

Aus der Vorstandswahl ergab sich folgende Zusammensetzung des Vorstandes: Vorsitzender: Geh. Rat F. Richarz, engerer Ausschuß: Stellvertretender Vorsitzender: Geh. Rat E. Korschelt; ferner Geh. Rat E. Schmidt und Geh. Rat F. Tuczek als Beisitzer. Herr F. A. Schulze erklärt sich bereit, die Geschäfte des im Felde stehenden Schriftführers Herrn Thiel, sowie des gleichfalls im Felde stehenden Kassenführers Herrn Lohmann zu führen.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 4 Juni 1917

Am 13. Juni fand im Physikalischen Institut eine ordentliche Sitzung statt.

Zunächst hielt Herr v. Dalwigk seinen angekündigten Vortrag: **Einige Fragen aus der Kriegsmathematik.**

Sodann hielt Herr Wetzel (a. G.) folgenden Vortrag:

Versuche zur Theorie der histologischen Fixierung

(Aus dem anatomischen Institut zu Marburg.)

Eine besonders augenfällige Folge der Behandlung tierischer Gewebe mit Fixierungsflüssigkeiten ist die Änderung ihres physikalischen Zustandes. Das vorher weiche Gewebe wird härter. Gerade diese Veränderungen sind bisher nicht berücksichtigt worden. Ihre Kenntnis gehört als ein wesentlicher Bestandteil zur Theorie der histologischen Fixierung.

In dem physikalischen Verhalten eines Gewebsstückes kommt die gute Erhaltung auch der feinsten Gewebs- und Zellenbestandteile zum Ausdruck.

Meine bisherigen Untersuchungen erstrecken sich auf die Bestimmung des Elastizitätsmoduls und der Rißfestigkeit Die Ausführung solcher Bestimmungen an den eigenartigen tierischen Geweben bot anfangs große Schwierigkeiten. Es gelang aber, sie mit Hülfe einer besonderen Methodik vollständig zu überwinden, so daß ich bei meinen Versuchsreihen gute Werte erhalten habe. Über die technischen Einzelheiten der Ausführung werde ich erst später berichten.

Die hauptsächlichsten Ergebnisse sind folgende:

Der Elastizitätsmodul zeigt sehr verschiedene Werte nach der Einwirkung verschiedener Fexierungsmittel auf ein und dieselbe Gewebesart. Es ist aber meistens eine Erhöhung der Werte zu beobachten. Nur bei wenigen Fixierungsmitteln nimmt die Biegungsfestigkeit ab. Der Widerstand gegen das Zerreißen nimmt dagegen bei Einwirkung einer großen Anzahl von Fixierungsmitteln ab. Welche Verschiedenheiten im einzelnen bestehen, werde ich in meiner ausführlichen Arbeit angeben.

Lasse ich dieselbe Auswahl von Fixierungsmitteln auf verschiedene Gewebe einwirken und ordne sie jedesmal nach der Höhe z, B. der Werte für die Biegungsfestigkeit, dann erhalte ich keine übereinstimmenden Reihen, sondern für jede Gewebsart eine andere charakteristische Reihe. Dies beruht darauf, daß die Fixierungsmittel sowohl fällende Eigenschaften auf gelöste und gequollene Stoffe ausüben als auch solche Gewebsbestandteile verändern, die sich schon vorher in einem festen Aggregatzustand befunden hatten. Diese Einwirkung auf beide Arten von Stoffen ist aber bei demselben Fixierungsmittel ganz verschieden. Zum Beispiel erzielt man mit Formaldehyd an einem zellenreichen Gewebe nur einen niedrigen Elastizitätsmodul, an einem zellenarmen und faserreichen dagegen einen hohen Elastizitätsmodul.

Aus diesen und verwandten Tatsachen ergeben sich theoretische Begründungen für die Tatsache, daß bei bestimmten Geweben auch bestimmte Fixierungsmittel bevorzugt werden.

Auf Grund der fällenden Wirkung der Fixierungsmittel hat A. Fischer vor längeren Jahren Reihen aufgestellt. Die Fischerschen Reihen zeigen keine oder nur eine teilweise Übereinstimmung mit den von mir erhaltenen.

Die Zahlenergebnisse sind in der naturforschenden Gesellschaft zu Marburg ausführlich dargelegt worden; sie werden ebenfalls später veröffentlicht werden.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 5 Juli 1917

Am 11. Juli fand in der Chirurgischen Klinik eine ordentliche Sitzung statt.

Zunächst sprach Herr Fritz König:

Ueber Anbau und Umbau des Knochens durch funktionelle Anpassung.

Es gibt kaum schönere Beispiele für die Selbstregulierung erlittener Gewebsschäden, als die Umformungen, von mit starker Verschiebung geheilten Knochenbrüchen bei Kindern. Schwere Verkrümmungen verschwinden restlos, stark behindernde Knochenvorsprünge gehen verloren. Systematisch durchgeführte Röntgenuntersuchungen solcher Fälle haben es mir vor Jahren möglich gemacht, diese Tatsache ins rechte Licht zu stellen,[1]) und ich möchte mit einem solchen Beispiel, das wir hier beobachteten, beginnen. Wir sehen die schwer verschobene Oberarmfraktur oberhalb des Ellbogens eines Kindes, auf dem zweiten Bild die Heilung, drei Monate später, in starker Verunstaltung. Das obere Bruchstück ist in seiner schiefen Stellung verblieben und ragt als mächtiger Knochenwulst, umgeben von weiteren

1) Die späteren Schicksale difform geheilter Knochenbrüche, besonders bei Kindern. Von Prof. Fritz König. Archiv f. klin. Chir. Bd. 85. H. 1.

Wucherungen, über der Ellenbeuge hervor. Nach ein Jahr und zwei Monaten ist der Arm einheitlich, fast gerade — der die Bewegung hindernde Vorsprung des alten Schaftstückes ist verschwunden, — sodaß der Ellbogen völlig gebeugt werden kann. Heute, drei Jahre später, ist überhaupt keine Abweichung nachzuweisen.

Man hat früher, zu Zeiten von Malgaigne, dieses Aufsaugen der Enden, das in geringerem Grade auch bei Erwachsenen vorkommt, durch Abnützung unter dem Druck der Muskeln erklärt. Aber es werden auch feste Knochenteile im Inneren verzehrt, diese Erklärung is also hinfällig. Zu einem vollen Verständnis der Erscheinungen kommen wir erst durch das Studium vom Knochenaufbau überhaupt und der Bedingungen, unter denen er sich vollzieht. Wir betrachten am besten dazu die langen Röhrenknochen.

Auf einem Durchschnitt, oder ebensogut auf dem Röntgenbild erkennen wir, daß sie aus der Rindensubstanz — der Kortikalis, aus den Spongiosabälkchen und endlich aus der knochenfreien Markhöhle bestehen. Im ganzen erscheinen sie wie Träger, die wie v. Meyer und Culmann gelehrt haben, eine ganz feststehende Architektur haben. Von der Wand gehen aufstrebende Bällchen ins Innere, die sich überall rechtwinklig kreuzen. nach aufwärts in der Art eines Gerüsts oder Fachwerks verflechten, und auf denen nun wie eine Querplatte das Knochenende — die Epiphyse — liegt. Ganz besondere Feinheiten zeigt das obere Oberschenkelende, wo die Spongiosabälkchen in den abgeschrägten Hals strahlen.

Culmann stellte nun fest, daß dieser ganze Aufbau durchaus den Anforderungen der graphischen Statik entspricht, und er hat zum Vergleich die Anordnung des Krahnbaues herangezogen. Die Bälkchen sind analog den sog. Trajektorien, d. h. den Linien der größten Beanspruchung bei der Belastung. Die Belastung wirkt verschieden auf den konkaven und konvexen Seiten — dort zusammen-

drückend — daher Druckkurven —, hier auseinanderziehend — Zugkurven. Die Gewalt der Belastung ist auf der Druckseite am intensivsten.

Von diesen ganzen Fragen wollen wir hier nur das festhalten, daß in der Struktur des Knochens an den Stellen größter Beanspruchung die größte Knochenmenge sich aufbaut, während an anderen Stellen die Substanz abnimmt und in der Markhöhle sogar verschwindet. Mit anderen Worten, der Knochenaufbau geschieht nach dem Prinzip, die größtmöglichste Leistung mit der geringsten Substanzmenge zu garantieren.

Unter Zugrundelegung dieser Lehren hat schon Julius Wolff gezeigt, daß da, wo durch eine schiefe Knochenheilung dieser Aufbau gestört ist, der Knochen in einer Weise neu geformt wird, welche den Ansprüchen wieder entspricht. Entsprechend dem oben aufgestellten Prinzip nehmen die Knochenbälkchen die jeweils erforderliche Richtung an, und sehen wir, daß an Stellen der größten Beanspruchung besondere Verstärkungsleisten auftreten. Die stärkste Belastung auf Druck trägt die Innenfläche des Oberschenkels — hier sehen wir die Verstärkung an jedem normalen Knochen. Sie nimmt geradezu mächtige Dimensionen an bei stärkerer Krümmung und dadurch verstärkter Beanspruchung.

Wir finden also, daß da, wo stärkere Belastung, der eigentlichen Funktion ensprechend auftritt, der Körper durch stärkere Ausbildung antwortet. Die Form bildet sich auf den funktionellen Reiz, und damit haben wir die funktionelle Anpassung, die funktionelle Selbstgestaltung, welche von Wilhelm Roux als das wirksamste Prinzip der Formbildung der Einzelwesen aufgestellt worden ist. Wie hier auf die vermehrte Leistung, Hypertrophie, so folgt an anderen Stellen, die nicht mehr beansprucht werden,

Schwund, Atrophie, nnd beides in zweckmäßiger Weise die Selbstgestaltung erzeugend.

In diesem Sinne ist unser erstes Beispiel zu verstehen, und ich möchte Ihnen heute Beweise dieser Gestaltung geben an der Hand von Röntgenbildern, die ich von Knochenpräparaten der Sammlung der chirurgischen Klinik habe anfertigen lassen. Es handelt sich um unter starker Verschiebung geheilte Knochenbrüche.

Der gebrochene Knochen wird bekanntlich durch eine zunächst zu große Lötmasse, den Kallus, zusammengeschweißt, aus dem sich später unter dem Einfluß der Funktion die Umformung der Knochen entwickelt. Diese Funktion ist einmal die Belastung, dann aber das Spiel der Muskeln, das — in verschiedener Richtung tätig — doch in seinen gegensätzlichen Wirkungen schließlich jener Kraft gleichgestellt werden muß. An allen gebrochenen Knochen sehen wir noch die Verlaufsrichtungen der alten Bruchenden, daneben aber die neue Bildung, die sich an eine Belastungslinie anschließt, die wir uns jedesmal in der Längsaxe gezogen denken müssen. Auf allen Bildern gemeinsam sehen wir Prozesse der Anbildung, der Hypertrophie, neben solchen des Schwundes, der Atrophie, und sie betreffen sowohl die feine Spongiosa, wie die Kortikalis und die Verstärkungsleisten im Knochen.

Ein Oberarmbruch, ein Schlüsselbein, ein Unterschenkel geben diese Formen bis in die feinsten Einzelheiten wieder. Aus dem die recht schiefen Bruchenden vereinigenden Kallus hat sich eine Knochenbildung mit schönster Architektur ergeben, und wir sehen hier wieder die netzförmig gekreuzten Trajektorien der Längsbälkchen aufwärts gegen die Belastung hin streben. Wir sehen ferner aus dieser Anbildung eine Knochenleiste, eine Kortikalis, sich entwickeln, die, namentlich an der Clavicula erkenntlich, an der Konkavseite, mithin an der Stelle des größten Druckes, die größten Dimensionen annimmt. Auch an der Tibia des Unter-

schenkels kommt auf die innere Konkavseite der größte Druck, und wir haben hier an dem völlig neugebildeten, feingegliederten Knochengewebe die mächtige Verstärkungsleiste gebildet, auf deren Bild ich schon bei dem hohen Oberschenkelbruch hingewiesen hatte. Bei einer Fraktur dieser Art, welche Malgaigne in seinem klassischen Werk vor 60 Jahren abbildete, hat er, ohne ihre Bedeutung zu kennen, diese funktionelle Anbildung schön zum Ausdruck gebracht.

Nur noch eins unserer ausgezeichneten Präparate soll zur Demonstration dienen, eine in ihrer Kontinuität unvereinigt gebliebene Tibiafraktur, welche durch einen henkelartigen Knochenansatz seitlich überbrückt und so doch belastungsfähig geworden war. In diesem Henkel gehen die Trajektorien wunderbar in den alten Knochen über, und es hat sich an der konkaven Fläche, welche also dem Hauptdruck stand zu halten hat, eine ganz mächtige Verstärkungsleiste angebildet.

Wir sehen überall in dem alten, noch der Belastung dienenden Knochen die Struktur der neuen Anforderung gemäß verstärkt; neue Systeme entstehen, und in Teilen gänzlich neugebildeten Knochens entwickeln sie sich unter der Funktion. Manche Schenkelhalsfrakturen heilen gar nicht, trotzdem wird das Bein belastet. Dann können im alten Femur Tragestützen an neuer Stelle entstehen. An einem Bilde, das nach einem mir freundlichst von Prof. Jores zur Verfügung gestellten Präparat angefertigt wurde, ist diese Wirkung zu erkennen, die steil aufwärts steigende Kortikalis, die von dem Bilde, wie wir es am normalen Schenkelhals kennen, abweicht. Oberhalb hat sich ein Bruchstück quergelegt und bildet hier das Dach, auf welches die Belastungsleiste hinstrebt.

Wir hatten in dem bisher Besprochenen überall Anbildung durch und an Stellen von Mehrleistung, also Arbeitshypertropie, ihr steht die Rückbildung, die

Atrophie, an Stellen verminderten oder aufgehobenen Gebrauchs gegenüber.

Dadurch wird die ganze innere Architektur verändert. Wir wissen durch Sudeck, daß das ganze Bälkchengefüge sehr rasch atrophieren kann. Wir sehen z. B. an einer Pseudarthrose des Schenkelhalses aus meiner eigenen Sammlung, bei welcher die Funktion der Belastung wegen Nichtgebrauchs wegfiel, das ganze Netzwerk rarefiziert, vergröbert; die charakteristischen Druck- und Zugkurven fehlen. Ja es schwinden die inneren Verstärkungsleisten, die im Schenkelhals so charakteristisch sind; es verdünnt sich die Kortikalis, weil sie keine Last mehr zu tragen hat.

Diese Wirkung trat am schönsten auf der Fraktur des kindlichen Ellbogens hervor, den Sie im Anfang gesehen haben. Mag der Oberarm noch so starke Funktion ausüben, nur ein Teil des alten Schaftes hat Druck- und Zugspannung auszuhalten. An der Hinterfläche hat sich eine neue starke Kortikalis gebildet, die alte fällt hier z. T. in das nicht beanspruchte Gebiet; und an der Vorderseite ist es ebenso. Jene zu Anfang unserer Ausführung besprochene vorragende Spitze des alten Schaftes fällt außerhalb der Inanspruchnahme, deshalb fallen beide Teile der Atrophie anheim. Bei Kindern ist der Prozeß der Umbildung ein sehr rascher; wir sahen die Spitze innerhalb eines Jahres verschwinden. Beim Erwachsenen geht das langsamer, ja es tritt meist gar kein völliger Schwund ein. Schuchardt meinte, daß das Leben wohl meist dazu nicht lang genug wäre.

Daß auch beim Erwachsenen große Teile der Kortikalis durch Nichtbeanspruchung zur Aufsaugung kommen, das zeigen uns aber alle Bilder. Am Oberarm, am Ober-, am Unterschenkel sehen wir die Kortikalis im Inneren schwinden; ja, es kann dadurch vom einen zum anderen Schaftteil die Markhöhle wieder hergestellt werden. Dagegen sind die vorragenden alten Schaftspitzen an der Außenfläche auch

auf unseren Bildern meist noch vorhanden. Gerade an ihnen sehen wir aber einen äußerst instruktiven Vorgang. Sie liegen nämlich außerhalb der eigentlich funktionierenden Kortikalis, außerhalb der Trajektorien, sind mithin außer Funktion. Aus zahlreichen Beobachtungen weiß ich, daß dieses schon früh, beim Beginn der Kallusbildung, entsteht; der neugebildete Kallus schlägt sich unter Freilassen dieser Spitzen von einem zum andern Bruchstück hinüber.

Die bisherigen Ausführungen bezeugen, daß die Selbstregulierung der schiefgeheilten Knochenbrüche in besonders schöner Weise die funktionelle Anpassung unter pathologischen Verhältnissen ins Licht rückt. Wilhelm Roux hat aber diese funktionelle Selbstgestaltung für die Bildung der normalen Knochenform in Anspruch genommen. Es kam ihm darauf an, die wundervolle Zweckmäßigkeit der Knochenstruktur nicht wie früher teleologisch, sondern aus einem mechanischen Geschehen heraus zu erklären. Die Form an sich ist ja da, ist vererbt, aber der spezielle Zuschnitt, der feinere Knochenaufbau geschieht in funktioneller Selbstgestaltung.

Es erschien mir wertvoll, Studien an normalen Skelettteilen von Kindern zu machen, noch bevor die eine wesentliche Funktion, die Belastung, in Wirksamkeit getreten waa und in den späteren Jahren. Durch die Güte vou Geh.-R, Gasser habe ich einige kindliche Skelette unseres anatomischen Instituts röntgenologisch untersuchen können, das weitere Material lieferten Kinder aus unserem Krankenbestande. Diese Beobachtungen haben zum Teil interessante Ergebnisse gebracht.

Wir haben Skelette von 25 Wochen, von einem halben Jahr, von ein und zwei Jahren, dann wieder von acht Jahren. Im ersten Jahr ist das Auffallendste die gleichmäßige Bildung aller Röhrenknochen im Ganzen, die Undifferenziertheit im feineren Bau. Alle diese Knochen, Oberarm, Oberschenkel, Tibia, sind einfache Stützen, mit einem Kopf oben und

unten. Im Inneren sehen wir ein unregelmäßiges Netzwerk, aus dem alles werden kann. Verdickungen der Kortikalis finden sich, wie das von jeher bekannt, wesentlich in der Mitte der Diaphyse.

Auch am wachsenden Knochen ist es das obere Femurende, das am meisten Interesse beansprucht im Inneren, und in der äußeren Gestaltung und mit diesem wollen wir uns eingehender beschäftigen.

In den früheren Bildern besteht ein Schenkelhals noch kaum; die Epiphyse ist genau wie am Oberarm dem Schaftteil etwa schräg aufgesetzt. Noch im zweiten Jahre fällt die Schwerlinie von der Mitte des Hüftgelenks durch den Kopf und den Schaft ein wenig auswärts von der medialen Kortikalis.

Im dritten Jahre ist der Schenkelhals voll entwickelf, und bei unseren Bildern, einem dreijährigen, einem fünfjährigen Knaben, bei dem Skelett des achtjährigen, sehen wir ihn in der uns geläufigen Form. Der Neigungswinkel des Halses zum Schaft entstand, die Trochanteren entwickeln sich, die Schwerlinie fällt medial vom Knochenschaft herunter durch den inneren Kondyl am Kniegelenk. Im Inneren haben sich die uns bekannte Architektur, die Verstärkungsleiste innen um den Trochanter minor, die Druck- und Zugbälkchen, gebildet; äußerlich isf die breit ausladende Form des oberen Femurendes entstanden.

Kein Zweifel: sie ist geeigneter, die Last zu tragen, durch breitere Exkursionsmöglichkeiten das Gleichgewicht zu erhalten; geeigneter als es das obere Humerusende ist. Die Entwicklung macht den Eindruck des Zweckmäßigen.

Die Annahme liegt nahe, daß auch diese Entwicklung einfach vererbt sei, und ohne weitere Ursache von selbst eintrete. Wir sehen aber, daß Abweichungen vom gewöhnlichen Neigungswinkel vorkommen. Es scheint, daß gewisse Einflüsse außer der Vererbung bedeutsam sind,

und weitere Beobachtungen zeigen: sie sind direkt notwendig.

Von einer ganzen Anzahl — im Ganzen neun — Kindern verschiedenen Alters, welche durch frühzeitige Lähmung verhindert waren, die Extremität zu belasten, ließ ich Röntgenanfnahmen der Hüfte anfertigen. Da zeigt sich nun, daß sie ausnahmslos eine ganz abweichende Form des oberen Femurendes haben. Die Trochanteren sind fast gar nicht zu sehen, der Schenkelhals steigt mit einem maximalen Neigungswinkel in die Höhe, etwa in der Richtung, in der in den ersten zwei Jahren der Kopf aufgesetzt war. Die Schwerlinie fällt etwa in der gleichen Richtung, wie sie in jener ersten Zeit verlief, jedenfalls noch durch den Schaft. Es handelt sich keineswegs immer um volle Lähmungen der ganzen Extremität, vielfach um partielle Unterschenkellähmungen. Die Muskeln der Hüfte und des Oberschenkels sind frei, diese Funktion ist da, aber das Bein ist nicht tragfähig, die Funktion der Belastung fehlt ganz oder doch sehr wesentlich. Die Schwere wirkt nicht voll auf das Bein.

Darin liegt das Wesentliche. Wir haben in dieser Form des oberen Femurendes diejenige Gestaltung, welche es von selbst im Wachstum annimmt, wenn der Einfluß der Belastung fehlt. Die Entwicklung des normalen Schenkelhalswinkels ist nicht ererbt, sondern ein Produkt der Funktion, der Belastung.

Wir wissen, daß unter pathologischen Verhältnissen, bei Knochenweichheit, die Belastung zu viel geringeren Neigungswinkeln führt — das ist die Coxa vara. An einem ausgezeichneten Bilde zeige ich Ihnen diese Form, bei der der Knochen dem Druck der Belastung nicht genügend gewachsen war. Der Neigungswinkel ist statt einem stumpfen ein spitzer geworden. Schließlich hat sich die Innenarchitektur diesem neuen Zustand angepaßt, aber die funktionelle Anpassung zur rechten Zeit hat versagt.

Nun gibt es Fälle, bei nicht gelähmten, wo wir jene steile Schenkelhalsform finden, die man die Coxa valga nennt. Ich zeige Ihnen ein solches Bild von einem kräftigen jungen Mann, der viele Beschwerden hatte. Die Erklärung ist schwer, aber vielleicht nicht unmöglich.

Die Entwicklung des Oberschenkelhalses gibt uns vielleicht mehr als irgend ein anderes das Verständnis, daß es sich beim Aufbau handelt, wie Roux sagt, um den Kampf der Teile im Organismus gegen äußere Einflüsse. Hier handelt es sich um die Belastung als Funktion. Wo diese Funktion nicht eintritt, da entwickelt sich der Schenkelhals einfach steil aufwärts, die innere Architektur bleibt uncharakteristisch. Diese Form der Coxa valga wäre die Gestaltung ohne Einfluß der Belastung.

Wenn die Belastung, der aufrechte Gang eintritt, beginnt der Kampf. Die Last sucht den Schenkelhals umzulegen, der Knochenaufbau sucht, unter Anpassung, die geeignete Gestaltung, um der Mißstaltung zu widerstehen. Die Druck- und Zugkurven, die Verstärkungsleisten entstehen. Bis sie hinreichende Kraft haben, ist infolge der Belastung eine gewisse Neigung des Schenkelhalses entstanden, die wir die normale nennen — das Produkt des Kampfes vor der Beendigung der funkionellen Anpassung.

Nehmen wir einmal an, die reaktiven Kräfte der Teile in der Selbstgestaltung seien stärker, seien rascher entwickelt gewesen, noch ehe die Last den Schenkelhals umzubiegen verstand; dann tritt kein normaler Neigungswinkel ein, es bleibt bei der Coxa valga. Vielleicht genügte die Funktion der Muskeln ohne die Belastung, um eine kräftige Knochenarchitektur zu erzeugen. Wir hätten in solchen Fällen dann eine starke Knochenbildung zu erwarten; in unserem Falle trifft das zu, der Organismus ist von vornherein Sieger im Kampf

gewesen — bei der Coxa vara ist er erst spät Herr der Belastung geworden.

So sehen wir, daß bei der normalen Skelettentwicklung wie bei der Ausgleichung der Frakturschäden die funktionelle Selbstgestaltung die größte Rolle spielt. Sie überwiegt im normalen Aufbau die Vererbung. Und wenn wir sehen, daß bei Ausschalten der gestaltenden Belastung durch Lähmung regelmäßig der Schenkelhals eine so völlig vom Typ der Eltern und Vorfahren abweichende Entwickung nimmt, so werden wir auch nicht glauben, daß die normale Form schließlich vererbt wird, weil mehrere Generationen derselben Spezies diese Gestaltug in der Entwicklung erhalten hatten. Hier kommt es vielmehr bei jedem Individuum auf die Eigenformung hinaus im Kampf der Teile gegen die äußeren Einflüsse. Die hier gemachten Beobachtungen reichen in ihrer Bedeutung auch in das Gebiet der praktischen Chirurgie. Es ist jedoch hier nicht der Ort, darauf einzugehen; ich werde das für eine spätere Bearbeitung aufheben.

Sodann hielt Herr W. Berblinger den Vortrag:

Untersuchungen über Regenerationsvorgänge am schußverletzten Nerven.

Bei der Heilung von Nervenschußwunden kommt es ebenso wie nach der Durchschneidung eines peripheren Nerven zu Regenerationsvorgängen, durch welche sowohl die bindegewebigen Hüllen wie die Nervenfasern, die durch die Verletzung untergegangen sind, ersetzt werden. Ob die Leitung im Nerven in den Neurofibrillen des Achsenzylinders oder in der Perifibrillärsubstanz vor sich geht, jedenfalls ist die Funktion des Nerven eng verknüpft mit der Kontinuität der Achsenzylinder. Von dem Wiederersatz derselben, dem Umfange der Faserneubildung hängt es ab, ob die Folgen der Nervenzerreißung, nämlich die Lähmung der von dem abgetrennten Nervensegment innervierten Organe (Muskelgruppen, Haut) dauernd bestehen bleiben, oder wieder verschwinden. Wird ein peripherer Nerv an irgend einer Stelle zwischen Ganglienzelle und seiner Endverzweigung durchtrennt, so zerfallen in dem mit der Ganglienzelle nicht mehr verbundenen Stück zuerst die Achsenzylinder, bald danach die Myelinscheiden. Das degenerierte Stück ist beim Erwachsenen weder leitfähig noch elektrisch erregbar.

Die abgetrennten Enden eines durchschossenen oder durch ein Projektil nur angerissenen Nerven werden zunächst durch eine bindegewebige Narbe miteinander vereinigt. In dieses Narbengewebe dringen die regenerierten Fasern ein. Daß die Rißflächen der Fasern im Bereich der verletzten Stelle nicht unmittelbr zusammenheilen, steht fest. Der meist vertretenen Anschauung, daß die Faserneubildung durch ein Auswachsen der erhaltengebliebenen Fasern des zentralen Segments erfolgt, ist vielfach die Meinung entgegengehalten worden, daß auch das abgetrennte Stück ohne den Zusammenhang mit der Ganglienzelle neue Fasern

zu bilden fähig sei. Wenn zwar im abgetrennten Segment die Achsenzylinder und Markscheiden völlig untergehen, so kommt es doch auch zu einer Zellneubildung, die mit der Bezeichnung sekundäre Degeneration nicht abgetan werden kann. Es vermehren sich nämlich nicht allein die Kerne der Schwannschen Scheiden, sondern diese selbst wandeln sich um in plasmareiche kernhaltige Zellbänder, wobei in etwas späteren Stadien auch eine Streifung des Protoplasmas erkennbar wird. (Bandfasern, Bandstreifen v. Büngner). Die Vorstellung war nun die, daß diese Elemente Bildungszellen für die Fibrillen sind, wofür sich auch der Umstand verwerten ließ, daß selbst am distalen Ende des zentralen Segments, freilich nur auf einer relativ kurzen Strecke, eine gleiche Umwandlung der Schwannschen Zellen zu beobachten ist. Bethe betrachtet die ganze sekundäre Entartung als unmittelbare Folge der traumatischen Schädigung. Nach seinen Experimenten bilden sich die Bandfasern im abgetrennten Teil zu Achsialstrangfasern um, aus diesen gehen jedoch nur bei jungen Versuchstieren Neurofibrillen hervor. Auffallend bleibt allerdings, daß derart autogen regenerierte Fasern sehr rasch wieder zerfallen, es somit wieder zur Lähmung kommt, daß es bei ausgewachsenen Tieren eine Bildung von leitfähigen Achsialstrangfasern oder gar Neurofibrillen ohne Zusammenhang mit der Ganglienzelle nicht gibt. Vortragender beschreibt die Betheschen Versuchsanordnungen, erwähnt die dagegen gemachten Einwände anderer Autoren, hebt indessen hervor, daß ein Auswachsen vom zentralen Stumpfende her auszuschließen ist. In einer früheren Mitteilung [1]) befaßte sich Vortragender mit den Beziehungen zwischen der besonderen Beschaffenheit der Nervenschußnarben und der Faserregeneration. An Hand eines größeren Materials wurde seither festzustellen versucht, welchen Bahnen die neugebildeten Fasern innerhalb der Narbe folgen, welche Bedeutung dabei den gewucherten

1) Berblinger, Zentralbl. für Allg. Pathologie, 26. 1915.

Schwannschen Zellen zukommt. Endlich konnten die Beobachtungen auch einen Beitrag dazu bringen, ob beim Menschen eine autogene Regeneration auftritt. Fälle von totaler Durchtrennung ohne Nervenfasern in der Narbe, völlig ausgebliebene Vereinigung der Enden, ließen sich dazu verwerten.

Für die Erklärung des Regenerationsvorganges ist immer wieder auf die embryonale Entwicklung der Nerven zurückgegriffen worden. Wenn auch von vornherein nicht anzunehmen ist, daß sich alle Entwicklungsstadien bei der Regeneration einfach wiederholen, so lassen sich doch bei einer solchen Betrachtungsweise viele histologische Bilder der Faserneubildung besonders gut verstehen. Schon früher [1]) hat Vortragender darauf hingewiesen, welcher Wert in dieser Hinsicht gerade den Heldschen Uutersuchungen über die Entstehung des Nervengewebes der Wirbeltiere beizumessen ist. Das Wesentliche der Heldschen Lehre liegt darin, daß „intraplasmatisch in den verschiedensten embryonalen Zellen" von der embryonalen Ganglienzelle, dem Neuroblasten, aus die Neurofibrillen vordringen, daß dieser Neuroblast „die Besonderheit seiner wachsenden Substanz" auf diese Bahnen die Plasmodesmen überträgt und sie in Neurodesmen umwandelt. Die Zellen, welche die Wachstumsbahn bilden, gehen aber selbst in die fibrilläre und perifibrilläre Substanz auf. Es liegt danach nicht ein einfaches Auswachsen im Sinne der Ausläufertheorie vor. Held bezeichnet diesen Entstehungsmodus als neurencytialen.[2])

Die Schwannschen Zellen aber, wie sie jeden peripheren Nerven umgeben, sind ektodermaler Herkunft (periphere Gliazellen) und treten bei der Nervenentstehung erst in einem späteren Stadium an die Faser heran. Welche Aufgabe

1) Berblinger, Ärztl. Verein Marburg, Januar 1916, Münchner Med. Woch. 1916.

2) Held, Die Entwicklung des Nervengewebes bei den Wirbeltieren. Leipzig 1909.

gerade diese Elemente haben, erhellt aus den Beobachtungen über den Regenerationsprozeß, wie sie Vortragender an den resezierten Nervennarben und den mitentfernten Nervenstücken des zentralen und peripheren Segments machen konnte.

In allen Fällen war die Faserneubildung vom zentralen Stumpfe her beträchtlich. Das fächerförmige Auseinandertreten der Fasern im Anschluß an das freie zentrale Ende bedingt mit die vielfach als Neurom bezeichnete spindelige Auftreibung. Die erwähnten Bandfasern sind im peripheren Stück wie im zentralen, hier allerdings in ihrer Ausdehnung beschränkt, zu finden. Sie sind aber auch im Bindegewebe der Narbe vorhanden und kontinuirlich bis zum zentralen Segment zu verfolgen. Es läßt sich feststellen, daß die Entwicklung dieser plasmatischen Bahnen dem Auftreten der Achsenzylinder und Neurofibrillen zeitlich vorausgeht, daß diese Elemente jene Zellbänder als Leitbahn benützen. Auch lassen sich in dieser Weise die neugebildeten Fasern bis in den peripheren Stumpf hinein verfolgen. Die Entscheidung darüber, ob es sich dabei immer um regenerierte Fasern handelt, ist nicht leicht. An aufgestellten, mikroskopischen Präparaten, an projizierten Abbildungen derselben, wird gezeigt, wie im zentralen Stumpfe alte markhaltige Fasern in marklose übergehen unter Hervortreten der Neurofibrillen des Achsenzylinders, wie sich um Reste alter Achsenzylinder dünne Remaksche Fasern und Fibrillen winden, die in einem kernhaltigen Plasmaverbande gelegen, als neugebildete gelten können. Ein Teil dieser Fasern endigt in einem sog. Wachstumskolben, d. h. in einer knopfförmigen Endanschwellung. Ferner sind echte dichotome Verzweigungen von Fasern anzutreffen, die nicht unmittelbar von einer Schwannschen Scheide umgeben werden, sondern ebenfalls in den genannten Zellbändern verlaufen.

Derartigen Bildungen an den Fasern begegnet man auch mitten in der Narbe. Da jedoch Erscheinungen granulären Zerfalls an den verzweigten Fasern und an solchen mit

Endkolben fehlen, dieses Verhalten in recht alten Narben zu konstatieren ist, so wird man auch hier eine Regeneration annehmen dürfen, zumal gleichzeitig die Bandfasern vorhanden sind. Die Astbildungen weisen hin auf eine Art der Verlängerung alter Axone durch Spaltung und Auswachsen er Fortsätze. Freilich treten recht ähnliche Gebilde auch an degenerierenden Fasern auf. Es ist bekannt, daß die einzelnen Fibrillen eines Achsenzylinders verschieden lange dem Absterben Widerstand zu leisten vermögen. Indem die zentralen Fibrillen früher absterben als die peripher gelegenen, kann eine Astbildung vorgetäuscht werden, wie dies Poscharißky [1]) beschrieb. Dann sind jedoch Produkte des Faserzerfalls gleichzeitig noch nachzuweisen. Gerade an den peripher im Achsenzylinder situierten Neurofibrillen des zentralen Stumpfes kann man seitliche mehr oder minder kurze peripheriewärts gerichtete Fortsätze wahrnehmen, die mehr als eine Nekrobiose, d. h. ein verzögertes Absterben, vorstellen. Sie, wie die eigenartigen schraubenförmigen Fasergebilde, — das sog. Perroncitosche Phänomen, die indirekte Regeneration nach Cajal — denten darauf hin, daß die einzelnen Fibrillen eines Axons, soweit sie mit der Ganglienzelle in Zusammenhang geblieben sind, sich dauernd lebend zu erhalten, fähig sind. Durch die mikroskopische Untersuchung ist freilich vorderhand nicht zu entscheiden, wie das Wachstum der Fibrillen selbst vor sich geht. Was die Endkolben anbelangt, so bleibt es fraglich, ob sie, wie Cajal meint, die Orte des intensivesten Faserwachstums sind, jedenfalls aber hat man es hier mit denjenigen Stellen zu tun, an denen ein Wachstum des Achsenzylinders leicht möglich ist. Auch ihnen ist ein kernhaltiges Plasma vorgelagert. Die umgewandelten Schwannschen Zellen bilden sowohl die Leitbahn wie die Wachstumsbahn für die neugebildeten Fasern. Das will sagen, daß die Fasern durch Wachstum sich verlängern unter Verwendung von

1) Poscharißky, Zieglers Beiträge 41. 1907.

Stoffen, die in dem Plasma der Schwannschen Zellen angesammelt sind. Überall dort, wo neugebildete Fasern frei im Bindegewebe verlaufen, ist ein granulärer Zerfall derselben außerordentlich häufig. Daß Fasern auch außerhalb der erwähnten Leit- und Wachstumsbahn vordringen können, ist nach den Kenntnissen über die Nervenentstehung (H. Held) verständlich. Im Ganzen wird aber dieser Weg nicht häufig beschritten. Die außerhalb der Schwannschen Zellen gelegenen, jungen Fasern sind äußerst dünn, kommen für die erfolgreiche Regeneration kaum in Frage, weil sie eben nicht dauerfähig sind; ebenso wenig wie im allgemeinen die Faserneubildung durch Kollateraläste hierbei eine erhebliche Rolle spielt. Die große Bedeutung der vermehrten und besonders umgeformten Schwannschen Zellen für die definitive Heilung, d. h. für das Vordringen neuer Fasern bis in den peripheren Stumpf, geht auch daraus hervor, daß mit der Entfaltung der Fibrillen in den Zellbändern letztere sich zurückbilden. Die grobmorphologische Struktur des abgetrennten, gelähmten Nerven, in den Fibrillen nicht eingewachsen sind, erhält sich, wie Vortragender zeigt, noch über Jahr und Tag.

Andererseits bleiben auch im zentralen Segment weit länger als man dies durch den Tierversuch weiß, die Zerfallsprodukte der nackten wie markhaltigen Fasern nachweisbar. Da der Markabbau bei dieser verlangsamten Entartung in manchem verschieden ist von der Form, unter welcher er im traumatisch geschädigten und sekundär degenerierten Nerven erfolgt, so ist vielleicht außerdem an eine toxische Degeneration auch alter Fasern dieses Abschnittes zu denken. Vortragender wird an anderer Stelle darauf zurückkommen. Was die Frage nach einer autogenen Regeneration beim Menschen anbelangt, so haben die Untersuchungen des Vortragenden Anhaltspunkte für eine solche nicht ergeben. Total abgetrennte Stümpfe erwiesen sich als völlig fibrillenfrei. Damit übereinstimmend blieb klinisch

eine vollkommene Lähmung bestehen. In diesem Zusammenhang wird ein nach Edingers Kalbsarterien-Agarmethode vergeblich tubulisierter Nervus ulnaris gezeigt. (Präparat von Herrn S. R. Dr. Müller, Merseburg, eingehende Beschreibung erfolgt anderwärts.) Die beiden Nervenstümpfe stehen weit auseinander. Das übergestülpte Gefäßrohr ist angefüllt mit einem weichen Brei. Vom zentralen Ende her ist keine Faserverbindung mit dem peripheren Stück zustande gekommen. Die kolbige Anschwellung am peripheren Nervenstumpf, das sog. periphere Neurom, wird gebildet durch ein Granulationsgewebe, das viele mehrkernige um Agarreste gelegene Zellen enthält.

Eine ausführliche Darstellung der seit einiger Zeit abgeschlossenen Untersuchungen unter Berücksichtigung der Literatur wird in Zieglers Beiträgen erscheinen. Edinger hat in einem vor kurzem erschienenen Artikel eine Vorstellung geäußert, die sich an die Heldsche Lehre von der Nervenentstehung anschließt, Befunde mitgeteilt, die mit denen des Vortragenden in Manchem übereinzustimmen scheinen. Edinger weist in der zitierten Arbeit darauf hin, daß bei einer Füllung der interponierten Kalbsarterie mit Serum (Eigenserum der Versuchstiere) bessere Erfolge zu verzeichnen waren. Auf Grund der von dem Vortragenden festgestellten Beziehungen zwischen plasmatischen Zellbändern und regenerierten Fasern beim Menschen muß indessen bei starker Diastase der Nervenstümpfe die freie Nerventransplantation, von Bethe Stracker und anderen an Tieren versucht, von Spielmeyer befürwortet, therapeutisch ebenfalls aussichtsvoll sein.

Edinger: Deutsche Mediz. Wochenschrift. 25. 1917.

Zum Schlusse zeigte Herr F. Richarz merkwürdige Röntgenaufnahmen von Herrn Dr. Flößner.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 6 Dezember 1917

In der Sitzung vom 12. Dezember hielt zunächst Herr E. Jaensch folgenden Vortrag:

Die experimentelle Analyse der Anschauungsbilder als Hilfsmittel zur Untersuchung der Wahrnehmungs- und Denkvorgänge

(nach Untersuchungen der Herren Herwig, Kroh, Reich und des Vortragenden).

Vortragender hat in Gemeinschaft von Mitarbeitern die sog. „Anschauungsbilder" (Urbantschitsch) untersucht. Es gibt Individuen, die die Fähigkeit besitzen, eine Vorlage, selbst nach kurzdauernder Betrachtung, später mit sinnlicher Deutlichkeit vor sich zu sehen, entweder nur unmittelbar nachher oder auch nach längerer Zwischenzeit. Spontanes Auftauchen solcher Bilder, auch in neuen Kombinationen und mit mannigfachen Veränderungen gegenüber dem Urbild, kommt vor.

Entsprechende Anschauungsbilder (auch „Wiederholungsempfindungen", „Erinnerungsnachbilder", Erscheinungen von „Sinnengedächtnis" genannt) gibt es im Bereiche des Gehörs und noch einiger anderer Sinne.

Schon die älteren Berichte beweisen, daß das Anschauungsbild im allgemeinen wohl verschieden ist: 1. von dem Erinnerungsbild, das sich einstellt, wenn wir etwa

an eine Landschaft denken, 2. von dem physiologischen Nachbild, welches nur im unmittelbaren Anschluß an eine stärkere optische Reizung, und nur kurzdauernd auftritt; so wenn wir in die Sonne blicken und dann deren Bildchen abwechselnd hell und dunkel vor uns sehen (positives bzw. negatives Nachbild).

Nachdem verschiedene ihre eigenen Anschauungsbilder beschrieben hatten (Goethe, Anatom Henle, Physiolog Joh. Müller, G. Th. Fechner u. a.), erbrachte die grundlegende Arbeit von Urbantschitsch (1907) erstmals ein größeres Beobachtungsmaterial. Nach diesem wichtigsten Schritt bestand die nächste Aufgabe darin, den bisher im wesentlichen beschreibend behandelten Tatsachenkreis mit den exakten Hilfsmitteln der Wahrnehmungspsychologie experimenteller Analyse zu unterwerfen. — Die Ergebnisse, welche monographisch dargestellt werden sollen, werden hier nur insoweit berührt, als es nötig ist, um die von der Untersuchung eingehaltenen Methoden, die von ihr verfolgten Ziele und behandelten Gebiete zu skizzieren.

I. Die Methode.

Es ist in der Wissenschaft ein nicht seltener Entwicklungsgang, daß Erscheinungen, die man zunächst als Kuriositäten oder Abnormitäten betrachtete, später zu regulären, gleichsam normalen Hilfsmitteln der Forschung werden. Die Anfänge der Elektrizitätslehre liefern hierfür manche Beispiele. In unserem engeren Gebiet sind die geometrisch-optischen „Täuschungen“ aus einer Kuriosität zu einem vielbenutzten Forschungsmittel der Wahrnehmungslehre geworden. Unsere gegenwärtige Untersuchung nun entkleidet die Anschauungsbilder ihres vermeintlichen Charakters von Kuriositäten und Abnormitäten, rechtfertigt ihre Verwendung als Hilfsmittel der allgemeinen Wahrnehmungs- und Denkpsychologie, stellt sie in das reguläre Handwerkzeug

dieser Arbeiten ein. Jene Legitimierung wird durch die Ergebnisse der Untersuchung selbst, und zwar im wesentlichen auf vier Wegen vollzogen:

1. Die zuweilen mit Bedenken aufgenommenen Angaben der Beobachter gestatten in weitem Umfang eine objektive Kontrolle durch das Experiment und gewinnen dadurch den Charakter wissenschaftlich registrierbarer Tatsachen.

Dieser erste Weg mag an einem einfachen Beispiel, den Farbenmischungsversuchen, erläutert werden. Bekanntlich ergibt die Mischung eines rein-gelben und eines rein-blauen Lichtes, bei geeigneter Wahl des Mengenverhältnisses beider Anteile, die Empfindung Grau. Der Laie aber pflegt auf Grund der Erfahrung mit Pigmenten, etwa Tuschfarben, Grün als Mischungsergebnis zu erwarten.

(Allerdings entsteht beim Zusammenrühren einer gelben und einer blauen Tuschfarbe Grün. Hierbei aber liegt etwas ganz anderes vor als eine Mischung (Addition) gelben und blauen Lichtes. Wenn man eine gelbe und eine blaue Tuschfarbe zusammenrührt und auf ein weißes Blatt aufträgt, so ist der physikalische Effekt ganz entsprechend, wie wenn man gelbe und blaue Gläser aufeinander legt und durch diese Kombination das weiße Blatt betrachtet. Das weiße Blatt würde alle Strahlengattungen — Rot, Gelb, Grün, Blau, Violett — ins Auge werfen. Die Gläserkombination aber läßt nur die grünen Strahlen hindurchgehen, weil das gelbe Glas die violetten und blauen Strahlen, das blaue Glas die roten und gelben Strahlen absorbiert. Grün ist also das Ergebnis dieses Subtraktionsprozesses, der von einer echten Addition gelben und blauen Lichtes scharf zu unterscheiden ist. — In dieser Beobachtung an Pigmenten gründet der verbreitete Irrtum, daß die Mischung von Gelb und Blau Grün ergebe.)

Der Versuch wird an Beobachtern durchgeführt, welche jene irrige Ansicht hegen. Man läßt ein blaues Quadrat be-

trachten und hiervon ein Anschauungsbild erzeugen; sodann bringt man genau an die Stelle des Anschauungsbildes ein gleichgroßes gelbes Quadrat, sodaß das wirkliche gelbe Quadrat und das blaue Anschauungsbild aufeinanderfallen. Abgesehen von Fällen, die eine genauere Besprechung erfordern würden, wird dann die Mischfarbe, also bei geeigneter Objektwahl Grau gesehen (Herwig), ein Ergebnis, das bestimmt nicht auf Suggestion zurückführbar ist, weil der Beobachter als Mischungsresultat, seiner irrigen Ansicht gemäß, Grün erwartet. — Noch beweiskräftiger, nur nicht ebenso kurz darzustellen, ist die Übertragung quantitativer Wahrnehmungsversuche auf die Anschauungsbilder.

2. Wird auf diesem ersten Wege die Objektivität, so wird auf einem zweiten die Normalität der Erscheinung dargetan. Die zunächst, und im wesentlichen überhaupt, an Studierenden gewonnenen Ergebnisse wurden später an einer größeren Zahl jüngerer Personen nachgeprüft, natürlich mit der Vorsicht und Rücksichtnahme, die die erste Regel solcher Unternehmungen bildet. Die erhaltenen Zahlenwerte lehren, daß die Eigenschaft im jüngeren Alter keine Abnormität, sondern das Kennzeichen eines weit verbreiteten Typus ist (Kroh).

Durchschnittsalter der Gruppe	Gesamtzahl der Knaben, die die Gruppe bilden	In der Gruppe sind optische Anschauungsbilder nachgewiesen bei	Somit bei
14½ Jahr	27	10	37 %
13½ „	42	16	38 %
12 „	20	9	45 %
11½ „	30	11	37 %
11 „	56	21	38 %
10 „	30	9	30 %

Zusammenfassend ist zu sagen, daß in einer Gruppe von 205 Knaben im Durchschnittsalter von 10—14½ Jahren bei 76, d. h. bei 37 %, optische Anschauungsbilder sicher nachgewiesen werden konnten. Akustische Anschauungsbilder sind bedeutend seltener. Die Werte beanspruchen zunächst nur für hiesige Verhältnisse Gültigkeit, da manche Einzelheiten das Bestehen lokaler Unterschiede wahrscheinlich machen.

Erinnert man sich daran, daß die Anschauungsbilder oft als etwas Abnormes betrachtet werden, und vergleicht man hiermit die obigen Werte, so erhellt deutlich das Unzutreffende der verbreiteten Ansicht, daß uns das jugendliche Seelenleben bekannt sei, und daß es der Erforschung kaum bedürfe.

3. Der zweite Weg hatte die Normalität der Erscheinung in dem eingeschränkten Sinne dargetan, daß es sich bei ihr um einen weitverbreiteten Typus handelt. Der dritte Weg zeigt, daß jene Einschränkung die Anschauungsbilder als allgemeines Forschungsmittel der Wahrnehmungs- und Denkpsychologie nicht entwertet und darum unserem Hauptzweck nicht im Wege steht. Es läßt sich nämlich dartun, daß die Eigenschaften der Anschauungsbilder nur graduelle Steigerungen von Eigentümlichkeiten sind, die sich in abgeschwächtem Maße und in rudimentärer Form auch bei den gewöhnlichen Gedächtnisvorstellungen und Wahrnehmungen wiederfinden.

Indem wir also z. B. die Untersuchung über die Gedächtnisvorstellungen und ihre psychische Verarbeitung mit Hilfe der Anschauungsbilder führen, handeln wir im Grunde nicht anders als der Naturforscher, der ein Objekt bisher nur mit unbewaffnetem Auge betrachtete und dann zur vergrößernden Lupe greift, oder der Paläontologe, der seine Rekonstruktionen an besonders gut erhaltenen Objekten ausführt. Man hat in den letzten Jahren eine „darstellende Psychologie“ gefordert (Baade), welche das im Bewußtsein Vor-

handene herausstellen, gleichsam sichtbar machen soll. Diesem Postulat zu genügen, ist die Methode vorzüglich geeignet.

Daß aber die Anschauungsbilder sowohl der Empfindungs- und Wahrnehmungspsychologie wie der Denkpsychologie dienen können, hat seinen Grund darin, daß es unter ihnen verschiedene Typen gibt. Einfache nach Intensität und Dauer außerordentlich gesteigerte physiologische Nachbilder — Gedächtnisvorstellungen von sinnlicher Lebhaftigkeit: das sind die beiden diametralsten Punkte einer Reihe, welche alle möglichen Übergangsfälle aufweist. Wünscht man diesen Tatbestand durch einen anschaulichen Vergleich erläutert zu sehen, so erinnere man sich, wie im Spektrum zwischen dem reinen Rot und dem reinen Gelb die rot-gelben Orangefarben eingeschaltet sind, die teils zu dem einen Endpunkt (Rot) teils zu dem anderen (Gelb) nähere Verwandtschaft zeigen *). Sinnlich deutlich aber sind auch die vorstellungsnahen Anschauungsbilder; unsere Untersuchung nämlich zeigt — gegen Hume und im Einklang mit Störring —, daß es nicht die Deutlichkeit ist, die den wesenhaften Unterschied zwischen Empfindung und Vorstellung begründet.

4. Ein vierter Weg nimmt seinen Ausgang umgekehrt von den früher allein studierten Erscheinungen, z. B. den gewöhnlichen Gedächtnisvorstellungen, und sieht zu, ob sich bei einer Steigerung ihrer Deutlichkeit (welche ereichbar ist), entsprechende Ergebnisse wie bei den Anschauungsbildern einstellen.

II. Beispiele von behandelten Gebieten.

1. Was nun die der Methode zugänglichen Gebiete betrifft, so lassen sich schon im einfachsten Fall, dem gesteigerten physiologischen Nachbild, wichtige Fragen lösen. Bei-

*) Es handelt sich m. a. W. um parametrische Bildungen.

spielsweise ergab sich die Entdeckung von Urbantschitsch, daß die Anschauungsbilder bei manchen nur farblos, gleichsam total-farbenblind sind, als Sonderfall einer allgemeineren Erscheinung: daß sich nämlich im Nachbild bekannte Typen von Farbenblindheit finden, und zwar bei Personen, die beim gewöhnlichen Sehen nicht farbenblind sind (Herwig), eine Feststellung, welche eine hergehörige Mitteilung A. Guttmanns beträchtlich weiterführt.

2. Die Übergangsfälle haben sich für die Fragen nach der psychischen Verarbeitung der Empfindung, besonders für das Studium ihrer Abhängigkeit von der Erfahrung, als äußerst fruchtbar erwiesen.

3. Die auf die Anschauungsbilder gestützten denkpsychologischen Untersuchungen arbeiten mit vorstellungsnahen Bildern (vgl. I, 3), im Grenzfall mit Vorstellungen, die die sinnliche Deutlichkeit von Wahrnehmungen besitzen. Das Verfahren gestattet darum, die bewährten und durchgearbeiteten Methoden der Wahrnehmungspsychologie auf das umstrittene Gebiet der Denkpsychologie zu übertragen; es verleiht hiermit der Lehre von den Denkvorgängen den in der Wahrnehmungspsychologie erreichbaren Exaktheitsgrad. Indem das Verfahren insbesondere auch die Neubildung von Denkerzeugnissen zu erforschen gestattet, entgeht es dem gegen die „Würzburger Schule" gerichteten Einwand (Cassirer u. a.), daß die bisherige experimentelle Denkpsychologie bestenfalls das Verstehen fertiger, nicht die Erzeugung neuer Denkakte ergründe.

4. Der Aufgabenkreis dieser Untersuchungen sei an einigen Beispielen etwas näher geschildert.

Die in der Logik seit Jahrhunderten herrschende aristotelische Begriffstheorie ist in der Gegenwart vielfach nachgeprüft, teils von neuem gestützt (B. Erdmann), teils eindringlich bestritten worden (Cassirer). Jene Begriffstheorie ruht auf der Annahme, daß die übereinstimmenden Merkmale einer Klasse von Individuen durch ihre Wiederkehr

im Geist einander verstärken, die differenten einander schwächen, sodaß die differenten Merkmale schließlich ausfallen, die übereinstimmenden festgehalten werden. Die Annahme läßt sich durch die Galton'schen Typenphotographien erläutern, bei denen durch den Aufeinanderdruck verschiedener Photographien ein Typus, etwa der Typus des Negers, zur Darstellung gebracht wird, da die übereinstimmenden Züge der Einzelbilder einander verstärken, die differenten einander schwächen.

Gegen die Existenz und Möglichkeit, vor allem (Cassirer) gegen die Fruchtbarkeit derartiger Bildungen sind berechtigte Bedenken geäußert worden. Die Begriffsbildung, nach aristotelischer Vorschrift durch immer zunehmende Weglassung differenter Merkmale vollzogen, führt zu Bildungen, wie dem kindlichen „Wauwau", welcher alles bewegte Vierbeinige — Hund, Katze, Pferd etc. — umfaßt und bei weitester Fortsetzung zu dem gänzlich leeren Begriffe des „Etwas". Derartige Bildungen sind weit davon entfernt, fruchtbar zu sein, vielmehr stellen sie gegenüber dem Reichtum der entwickelten Wahrnehmung einen Rückschritt dar, weil sie inhaltsärmer sind als diese. Da nun aber wissenschaftliche Begriffe in dem eben festgelegten Sinne „fruchtbar" sind, so könne der aristotelische Gattungsbegriff die ihm von der Tradition beigelegte Bedeutung nicht besitzen.

Wissenschaftliche Unstimmigkeiten sind oft darin begründet, daß man die hochverwickelten früher als die einfachsten Erscheinungen eines Gebietes untersucht hat (Descartes). Während die Begriffsuntersuchungen an dem hochentwickelten wissenschaftlichen Begriff orientiert zu sein pflegen *), läßt sich mit der beschriebenen Methode

*) Entsprechend dem Ausgangspunkt der meisten dieser Untersuchungen von der Logik, die die Normen des richtigen Denkens untersucht und hierbei mit Recht von den idealvollendeten Denkformen ausgeht.

das Wesen der elementarsten und einfachsten Begriffsbildung aufdecken. So kann man beispielsweise verschiedene Gegenstände darbieten, um dann zuzusehen, ob das Anschauungsbild eine Synthese der Einzelwahrnehmungen vollzieht, und von welcher Art die Synthesenformen sind, die hier vorkommen. Eine solche Untersuchung klärt die angedeuteten Streitpunkte in eindeutiger Weise. Die Existenzfrage löst sich dahin, daß der aristotelische Gattungsbegriff in der Tat eine vorkommende Synthesenform ist. Die Möglichkeitsfrage wird beantwortet, indem sich Verhaltungsweisen ans Licht ziehen lassen (Reich), mit denen das Bewußtsein die theoretisch geltend gemachten Schwierigkeiten dieser Synthese überwindet. In der Fruchtbarkeitsfrage ist auf die Mannigfaltigkeit der Synthesenformen hinzuweisen, die die Untersuchung neben dem aristotelischen Gattungsbegriff aufzeigt, Formen, die in der Psychologie teilweise unbekannt und unbeachtet sind, gleichwohl aber die elementare Wurzel fruchtbarer und bekannter wissenschaftlicher Begriffsbildungen darstellen. — In ähnlicher Weise sind Fragen der Urteilslehre, z. B. das Problem des Vergleichs und der Relationserkenntnis, untersucht worden.

5. Der Gesichtspunkt des Wertes, in der positivistischen Epoche aus der wissenschaftlichen Erörterung fast verschwindend, erfährt seit Lotze in der Erkenntnislehre wieder nachdrückliche Betonung. Indessen pflegt die richtunggebende Herrschaft der Werte von der zeitgenössischen Philosophie nur im Gebiet des sog. höheren geistigen Lebens behauptet zu werden. Brentano zwar hat den „intentionalen" Charakter (bestehend in dem „Gerichtetsein auf etwas") als einen Grundzug alles geistigen Geschehens behauptet, aber doch entsprechend seinem Ausgang von scholastischen Studien, nur für das höhere Geistesleben dargetan. Die neufichtesche Schule (Rickert), die ihr Arbeitsfeld ihrer historischen Wurzel gemäß ähnlich begrenzt, läßt die Herrschaft der Werte erst bei denjenigen geistigen Akten ein-

setzen, die, wie das wahre Urteil und der logisch richtig gebildete Begriff, den Charakter der „Geltung“ besitzen.

Allein die Gründe, welche dort die Einführung des Begriffs der „Intentionalität“ erfordern, sind auch in jenen Niederungen des geistigen Lebens maßgebend, die man vielfach von der Wissenschaft der Zukunft „rein mechanisch“ erklärt oder gar aus einer „Weltformel“ abgeleitet zu sehen erwartet (Rickert). Eine ihrer Hauptstützen erblicken jene Theorien, die den intentionalen Gesichtspunkt betonen, in der Lehre vom logisch gebildeten Begriff. Rickert insbesondere hat dargetan (1888, 1915), daß auch die rein-wissenschaftliche Begriffsbildung nicht allein vom Material, sondern ebenso sehr von Intentionen abhängt, die auf „Ziele“ („Ideen“) gerichtet sind. Unter Gesichtspunkten, also durch intentionale, „gerichtete“ Akte erfolgt die Scheidung zwischen „wesentlichen“ und „unwesentlichen“ Merkmalen, die Ausmerzung dieser, die Festhaltung jener, und damit die Bildung des Begriffes.

Wenn nun aber mit Bezug hierauf „das vom Willen geleitete, absichtliche „Denken“ . . . dem „natürlichen“ durch psychologische Gesetze bedingten Vorstellungsverlauf“ gegenübergestellt wird (Rickert), so ist auf den genau entsprechenden, unter Gesichtspunkten festhaltenden und ausmerzenden Selektionsprozeß zu verweisen, den selbst schon das unwillkürlich arbeitende Sinnengedächtnis vollzieht. Auch das Sinnengedächtnis hält das dargebotene Material nicht wahllos fest, ist bei seinen Leistungen auch nicht etwa nur von der Häufigkeit der Darbietungen und der Eindringlichkeit des Objektes abhängig, sondern vollzieht eine von Gesichtspunkten geleitete Selektion, ähnlich der, welche Aall durch den Nachweis von „Greifmomenten“ beim gewöhnlichen Lernen aufzeigte (1912). Die Selektion unter Gesichtspunkten erscheint dem Untersucher anfangs als eine der befremdlichsten, bei wei-

terem Eindringen aber als eine der beherrschenden und allgegenwärtigen Tatsachen im Bereich des Sinnengedächtnisses.

In der Farbenlehre hat sich die (unter anderem Namen) von Katz eingeführte Unterscheidung von „bloßen Farbenphänomenen“ und „Gegenstandsfarben“ als fruchtbar erwiesen: auch bei gleicher Nüance würde ein „bloßes Farbenphänomen“, wie es z. B. im Rohr eines Spektralapparates sichtbar ist, eine ganz andere Erscheinungsweise zeigen als die Oberfläche eines Gegenstandes; indes gibt es zwischen beiden Erscheinungsweisen Übergänge (ganz homogene Papiere, rotierende Scheiben). Die Selektion unter dem Gesichtspunkt der Gegenständlichkeit, andeutungsweise in den meisten Fällen vorhanden, war bei manchem Sinnengedächtnis so ausgeprägt, daß wir hier bei Farbenuntersuchungen auf die gewöhnlichen Hilfsmittel der wissenschaftlichen Optik verzichten und zu Blumen unsere Zuflucht nehmen mußten. Sie, nicht aber homogene Papiere von gleicher Farbe gaben deutliche Anschauungsbilder. Wichtige Tatsachen der Farbenlehre finden von hier aus ihre Erklärung: die Abhängigkeit der Farbenkonstanz vom Bewußtsein der Gegenständlichkeit (dargetan in einer anderen Arbeit des Instituts), die Abfolge der Kontrastgesetze aus der Tatsache konstanter Dingfarben (diese Berichte 1917, Nr. 1).

6. Das bei den ausgeprägt kalotropen Sinnengedächtnissen waltende Selektionsprinzip läßt die Rolle verstehen, die die Anschauungsbilder im Schaffen vieler Dichter spielten (Goethe, Otto Ludwig, Rosegger, Agnes Günther u. a.). Die spontanen Anschauungsbilder der ausgesprochen Kalotropen zeigen nur Wohlgefälliges, wenn auch einzelne disharmonische Züge innerhalb eines im Grunde doch harmonischen Ganzen vorkommen. Durch Versuche mit Anschauungsbildern nach Vorlage läßt sich zeigen, wie hier Häßliches ausgestoßen, oder ersetzt und idealisierend umgebildet wird. — Das in dieser Weise Geschaute aber drängt fast zwingend zum Ausdruck und damit zur mehr oder weniger

künstlerischen Produktion. „Man muß sich über die Anschauungsbilder aussprechen", sagen unsere Gewährsmänner immer wieder; Ungelenke werden beredt, und im Besitz von Kindern findet man ganze vollgeschriebene Hefte (Kroh). Kalotropismus und Ausdruckstendenz der Anschauungsbilder sind wichtige Quellen poetischen Schaffens.

7. Der umfassende, hier nur angedeutete Tatsachenkreis der Selektionsprinzipien beweist, mit wie gegründetem Recht Franz Brentano in der Struktur der intentionalen Erlebnisse einen weit verbreiteten Grundzug geistigen Geschehens erblickte.

8. Indes dürfte die Bedeutung dieses Tatsachenkreises aus dem engeren Gebiet der Psychologie in das weitere der allgemeinen Naturphilosophie hinüberreichen. Auch unter ihrem Gesichtswinkel ist es bemerkenswert, daß sich die allgemeine Struktur des höchsten Geistesgeschehens, nämlich die Eigenschaft von Gesichtpunkten geleitet zu sein, in jenen Niederungen seelischen Lebens wiederfindet, wo die Vorgänge dem Willen entzogen sind und der herkömmlichen Ausdrucksweise nach „rein naturhaft" verlaufen. Da nämlich die Eigenschaft, von Gesichtspunkten geleitet zu sein, gerade das unterscheidende Merkmal teleologisch-bestimmter Vorgänge ist, so erscheint es nicht aussichtslos, das alte Teleologieproblem in engster Anlehnung an die Einzelwissenschaft, und mit deren eigenen Hilfsmitteln, der Lösung näherzuführen, eine Aufgabe, die sich umso unabweisbarer erhebt, je weniger der Lösungsversuch Darwinscher Zufallstheorie heute noch befriedigt (Oscar Hertwig 1916).

9. Zu den einzelnen Selektionsprinzipien uns zurückwendend, erkennen wir aus den philotropen Sinnengedächtnissen besonders klar die Bedeutung des Tatsachenkreises für den werdenden Menschen: So, wenn ein Student zwei sehr ähnliche Fächer, das eine aber mit Neigung, das andere mehr gezwungen treibt, und wenn im letzte-

ren die Anschauungsbilder sich verändern, miteinander verschmelzen, darum stören und zu Irrtümern Anlaß geben, während sie in dem anderen, ihm lieberen Fache — bei nicht größerer Kompliziertheit der Objekte, — treu und unverändert beharren und die Grundlage des Fachwissens bilden; oder wenn ein Knabe die feinsten Einzelheiten eines mikroskopischen Präparates nach einer Woche aus dem Anschauungsbilde mit erstaunlicher Genauigkeit beschreibt, die korrekte Orthographie aber nicht zu erlernen imstande scheint. — Wie bei Erwachsenen mehrfach ein Zusammenhang zwischen Anschauungsbildern und Berufswahl festgestellt werden konnte, so pflegt sich bei Knaben das Berufsideal in den spontanen Anschauungsbildern unverkennbar zu spiegeln (Kroh). Die philotropen Sinnengedächtnisse zeigen die tiefe Berechtigung, mit der die Herbart-Ziller'sche Pädagogik das „Interesse" betont, in neuem Lichte. Auch die pädagogische Psychologie wird an einer Erscheinung nicht achtlos vorübergehen können, die so verbreitet ist, die sich gerade auch bei prominenten Kulturträgern fand, die so sichtbaren Vorteil, aber auch recht nachhaltigen Schaden bringen kann; letzteres, wenn etwa spontane Anschauungsbilder die Umwelt verdrängen und von ihr die Aufmerksamkeit aufs stärkste ablenken. Die pädagogische Psychologie könnte durch Unbeachtetlassen solcher Tatsachen dem oft gehörten Vorwurf recht zu geben scheinen, „daß wir die unbekannten Kräfte der Kindesseele nicht üben und auswerten und sie schließlich verkümmern lassen" (Künstler wie Hildebrand, Naturforscher wie Virchow). Um jedoch zu verhüten, daß der Sache pädagogischer Psychologie, wie mehrmals, durch Übereifer geschadet werde, sei von vornherein bemerkt, daß so verantwortungsreiche Nachforschungen nicht von jedweder Instanz, sondern nur mit großer Vorsicht, frei von vorgefaßten pädagogischen Tendenzen, zu führen sind.

10. Aufmerksamkeit verdient der Tatsachenkreis auch im Hinblick auf die Bestrebungen psychischer Hygiene

und Prophylaxe. Daß hergehörige Individuuen bei Einwirkung einer tiefer greifenden Schädlichkeit halluzinatorisch erkranken können, geht schon aus unserem Material hervor und ist ein Spezialfall der allgemeineren Beobachtung, daß der Symptomenkomplex geistiger Erkrankungen oft in hohem Maße von einer dauernden psychischen Disposition abzuhängen scheint (Hoche). Die Grenzfälle erfordern unter prophylaktischem Gesichtswinkel eine erhöhte Beachtung.

Wenn auch die Anschauungsbilder, wie schon aus den Zahlenwerten ihres Vorkommens erhellt, im allgemeinen nicht als eine pathologische Eigentümlichkeit gelten können, so gibt es doch zwei Kriterien, welche nötigen, eine kleine Anzahl von Fällen aus der Masse der übrigen herauszulösen und dem Bereich der Abnormitäten zuzuweisen. Das erste Kriterium tritt dann in Kraft, wenn die Anschauungsbilder an den Eigentümlichkeiten eines krankhaft veränderten Vorstellungslebens Anteil gewinnen, also entsprechende Eigentümlichkeiten wie dieses zeigen. Natürlich können sich Anschauungsbilder auch bei einer psychopathischen Konstitution, etwa bei der sog. „obsessiven" finden, welche durch die Neigung zu Zwangsvorstellungen charakterisiert ist. Zwangsvorstellungen sind Vorstellungen, die sich gegen den Willen, selbst bei lebhafter Abneigung, dem Bewußtsein aufdrängen. In dieser selben Form können bei obsessiven Konstitutionen auch optische und akustische Anschauungsbilder auftreten (Kroh), die dann, anders wie im Gros unserer Fälle, auch als störend oder krankhaft empfunden werden. Eine wichtige Sonderform der Zwangsvorstellungen bilden die kontrastierenden, bei denen sich ein zur gegenwärtigen Situation oder zu den Willensakten kontrastierender Inhalt aufdrängt. Wenn nun derartige Konstitutionen die Fähigkeit zu Anschauungsbildern besitzen, so können auch diese einen kontrastierenden Charakter zeigen; es werden dann nach dem bezeichnenden Ausdruck eines Gewährsmannes „angreifende" Bilder gesehen oder „angreifende"

Stimmen gehört, z. B. solche bedrohender oder beschimpfender Art (Kroh). Durch das gleichzeitige Vorhandensein von Anschauungsbildern, das an sich nicht krankhaft wäre, gewinnt hier die obsessive Konstitution eine besondere Färbung, durch die sie in die Nähe eines wohlbekannten, schwereren Zustandsbildes rückt.

Es gibt indessen anomale Anschauungsbilder, die mit keiner allgemeineren Konstitutionsabweichung in nachweisbarem Zusammenhang stehen. Ihre Aussonderung wird ermöglicht durch ein zweites Kriterium: Vergleich des Einzelfalles mit dem durch die Massenuntersuchung erarbeiteten Gesamtbild. Zu diesen anomalen Formen gehören z. B. Fälle, in denen anscheinend durch spezifische Uebung eine weitgehende Abänderung normaler Wahrnehmungsvorgänge herbeigeführt worden war. Das Kind ist ja stets geneigt, seine verschiedenen Fähigkeiten im Spiel zu betätigen (Groos). Dementsprechend fanden wir Kinder, die fast unaufhörlich mit ihren Anschauungsbildern spielen, sie bald hier- bald dorthin projizieren, zerlegen, durch besondere Kunstgriffe vergrößern, verkleinern, deformieren, hierdurch Wahrnehmungsgegenstände verändern und in alledem zu einer ebenso erstaunlichen wie bedenklichen Virtuosität gelangen.

Sodann sprach Herr Georg Magnus (a. G.) über:

Verbrennungen durch das Geschoß.

Eine große Zahl von Schußverletzungen, besonders die durch Granatsplitter hervorgerufenen, zeichnet sich dadurch aus, daß um die eigentliche Wunde herum eine mehr oder weniger breite Zone des Gewebsverfalls, der Nekrose, besteht. Diese Erscheinung wurde schon früh beobachtet und als Folge des mechanischen Insultes aufgefaßt. Es wurde auch bald erkannt, daß diese Nekrose um Geschoßbett und Schußkanal eine schwere Gefahr für den Prozeß der Wundheilung bedeute, und daß dieser Bezirk örtlichen Gewebstodes eine Brutstelle für alle Krankheitskeime darstelle, mittelbar also für die Neigung der Granatsplitterverwundung zu schwerer und tödlicher Infektion verantwortlich zu machen sei.

Die Ansicht, daß die Nekrose die Wirkung einer mechanischen Schädigung, also ein Riß- oder Quetscheffekt sei, ist unzutreffend. Ich glaube den Beweis führen zu können, daß es sich um Verbrennungen dritten Grades handelt; und zwar ergibt sich diese Tatsache aus der Betrachtung der Wunde, aus der Analyse des Schusses, und aus der Untersuchung der Projektile.

Die Brandwirkung von Geschossen, in erster Linie von Granatsplittern, auf den Körper ist besonders deutlich bei kleinen Steckschüssen, die in der Haut selber sitzen. Hier sieht man um den Splitter nicht selten alle drei Grade der Verbrennung konzentrisch angeordnet: zuerst die Nekrose, dann die Brandblase, und schließlich, ins Gesunde verschwimmend, die Röte der reaktiven Hyperämie. Es kommen dadurch sehr charakteristische Kokardenformen zustande. In einem Falle hatte ein sehr großer Splitter den

Aermel durchschlagen, ohne am Arm eine Verletzung hervorzurufen. Die Haut war nur gerötet und sehr schmerzhaft. Im Laufe der nächsten Tage entwickelte sich an der getroffenen Stelle, wo der Splitter zwischen Körper und Kleidung gelegen hatte, eine große Nekrose mit Brandblasen in der Umgebung. Sehr auffällig ist die Verbrennung dann, wenn man nach einigen Tagen einen Schußkanal spaltet und das Geschoßbett freilegt: die frisch angelegte Operationswunde beginnt sehr bald zu granulieren, während die eigentliche Schußwunde, die unmittelbare Nachbarschaft des vom Geschoß berührten Gewebes, noch lange grau und mit dicken Nekrosen belegt bleibt. Durch einen langwierigen Demarkationsprozeß muß der Körper diese örtliche Gewebsleiche abstoßen, ehe an eine eigentliche Wundheilung gedacht werden kann. Die Brandwirkung des Projektils ist ferner sehr deutlich bei Streifschüssen, bei denen häufig im Laufe der ersten Tage der Boden der Wunde vollkommen mumifiziert wird. Auch die sekundären Perforationen von Körperhöhlen, von Gelenken, großen Gefäßen und Darmteilen lassen sich zwanglos mit der Schädigung der Wand durch die Hitze und die daraus entstehende Nekrose erklären; für eine Folge eitriger Einschmelzung kommt dies Ereignis des nachträglichen Durchbruches in der Regel viel zu früh.

Der Vorgang des Feuerns, die Summe aller der Momente, welche während des Schusses auf die Granate wirken, bildet den zweiten Beweis dafür, daß die Nekrosen durch Verbrennung entstehen müssen.

Die erste Wärmequelle ist das Abbrennen der Kartuscheladung. Die entstehenden Gase, die solange Wärme abgeben, als das Geschoß das Rohr passiert, haben eine Temperatur von etwa 3000 Grad. Während dieses Weges wirkt als zweites Moment die Reibung der Granate im Rohr. Das dritte Glied der Rechnung ist die Erhitzung des Geschosses durch das Kissen komprimierter Luft, welches vor dem fliegenden Projektil entsteht; als Parallele kann das pneumatische Feuerzeug

herangezogen werden oder die Erwärmung der Fahrradpumpe beim Aufpumpen des Pneumatiks. Der vierte Summand, die Reibung des Geschosses an der Luft, wird gering zu bewerten sein. Dagegen stellt das nächste Moment, der Umsatz lebendiger Kraft in Wärme beim Aufschlag, einen sehr erheblichen Anteil. Dieses Glied der Rechnung ist insofern interessant, als seine Größe rechnerisch darzustellen ist. Nimmt man eine mittlere Zielgeschwindigkeit von 500 m in der Sekunde an und setzt den Fall, daß das Geschoß vollkommen aufgehalten wird, — etwa durch genügend starken Panzer —, so beträgt der Wärmezuwachs allein durch den Umsatz von Energie bei einem Stahlgeschoß 135 Grad. Mit ganz geringen Abweichungen gilt das auch für alle andern Projektile, z. B. das kupferne Infanteriegeschoß der Franzosen. Das Geschoßgewicht spielt dabei natürlicherweise keine Rolle, nur die Geschwindigkeit im Ziel, die Vollständigkeit, mit der das Projektil angehalten wird, und die spezifische Wärme des Geschoßmetalls; diese differiert jedoch nur ganz unwesentlich. Das sechste Moment ist der Wärmezuwachs durch die abbrennende Sprengladung. Diese wird im Augenblick des Krepierens eine erheblich höhere Temperatur haben als die Kartuscheladung, da der Gasdruck im Moment des Springens ein ganz gewaltiger ist. Als letztes Glied ist der nochmalige Umsatz lebendiger Kraft zu erwähnen, der beim Einschlag des Splitters in den Körper stattfindet. Besonders dann, wenn Knochen getroffen wird, muß dieser Umstand berücksichtigt werden.

Der dritte Weg der Beweisführung, die Untersuchung von Geschossen, führt zu demselben Resultat: daß bei gewissen Schußverletzungen Verbrennungen vorliegen. Die Tatsache, daß Granatsplitter sehr heiß sein können, weiß draußen jeder Soldat. Unmittelbar nach dem Einschlag kann man sich an einem Geschoßfragment sehr empfindlich verbrennen. Besonders eindrucksvoll sind die Schmelzspuren, die hier und da an den Resten von

Zünder und Führungsring beobachtet werden. Je nachdem es sich um Messing- oder Kupferteile handelt, muß die Temperatur des Splitters 850 oder 1084 Grad betragen haben. Diese Feststellung ist besonders wichtig mit Rücksicht auf den Umstand, daß der Führungsring von Blindgängern niemals angeschmolzen ist. Es muß also durch das Krepieren noch ein sehr wesentlicher Wärmezuwachs erfolgen, was ja auch ohne weiteres einleuchtet. Im übrigen kommen bei bestimmten Munitionsarten sogar Schmelzprozesse am Stahl selbst in Frage; dazu gehört eine Temperatur von mindestens 1400 Grad. Schließlich wurde bei Schießversuchen mit ungeladenen Stahlgranaten auf Stahlpanzer beobachtet, daß sich das Geschoß ans Ziel anschweißte, wozu ebenfalls eine Erwärmung auf 1400 Grad notwendig ist.

Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse bei der Schrapnellverwundung. Hier fällt der Energieumsatz beim Aufschlag fort, da fast immer mit Zeitzünder geschossen wird. Außerdem ist die Sprengladung sehr gering, da sie nur die dünne Wand des Schrapnells zu zerreißen braucht, um die Kugeln frei zu machen. Man findet denn auch niemals Schmelzspuren an den Kugeln, obgleich sie aus Blei sind und ihr Schmelzpunkt schon bei 334 Grad liegt. Dementsprechend zeigt die Schrapnellverwundung auch niemals erhebliche Nekrosen in ihrer Umgebung.

Eine Mittelstellung nehmen die Verletzungen durch das Infanteriegeschoß ein. Neben glatten, aseptisch heilenden Durchschüssen ohne makroskopisch wahrnehmbare Nekrosen gibt es bei Mantelreißern und Querschlägern Bilder, die von den schwersten Granatsplitterverwundungen nicht zu unterscheiden sind. Erwärmung im Lauf, besonders bei hoher Feuergeschwindigkeit eines Maschinengewehrs, und Energieumsatz bei plötzlichem Anhalten des Geschosses können sich so summieren, daß schwere Verbrennungen zustandekommen. Bei den Stahlmantelgeschossen sieht man nicht selten den Bleikern geschmolzen; die tröpfchenförmige Ver-

teilung des Metalls auf vielen Röntgenbildern läßt gar keine andere Deutung zu. Im Gegensatz dazu werden an dem französischen Kupfergeschoß mit seinem viel höheren Schmelzpunkt niemals Schmelzspuren beobachtet.

Herr Katsch geht kurz ein auf die Mitteilung des Vortragenden, daß gerade matte Geschosse am häufigsten Gewebsverbrennungen verursachen. Durcheilt ein Geschoß mit großer Geschwindigkeit die Gewebe, so hat es nicht Zeit, auf seinem Wege eine Verbrennung zu setzen. Bei Durchschüssen ist oft an der Ausschußstelle eine starke Verbrennung, an der Einschußstelle fehlt sie. Geschosse, die entfernt vom Einschuß nicht weit unter der Haut sitzen, bedingen dort gelegentlich von innen heraus eine Hautbrandblase. Diese verrät dann den Sitz des Geschosses.

In der Wahlsitzung wurde Herr Prof. Rudolf Wedekind zum ordentlichen Mitglied der Gesellschaft, Herr Prof. Oskar Wagener zum außerordentlichen Mitglied der Gesellschaft gewählt.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 12. Mai 1917, s. S. 23.)

F. A. Schulze:

Ueber den Schalldruck.

Wie zuerst von Dvorak, Pogg. Ann. 157, 42. 1876, gezeigt wurde, herrscht an dem Knoten einer stehenden Schallwelle, entgegen der elementaren Theorie, ein ständiger mittlerer Ueberdruck p, der durch die räumliche Energiedichte J der stehenden Schallwelle gegeben ist. Nach Rayleigh gilt die Beziehung $p = J \cdot \frac{\varkappa + 1}{2}$, wo $\varkappa$ das Verhältnis der spezifischen Wärmen ist. Dvorak hatte diesen Schalldruck durch den Ausschlag der Wassersäule eines in den Knoten der stehenden Schallwelle eingeführten Flüssigkeitsmanometers etwa einer Drucklibelle, direkt nachgewiesen zu haben geglaubt. Es läßt sich jedoch zeigen, daß dieser Beweis für die Existenz des Schalldruckes nur indirekt ist. Der Sachverhalt ist vielmehr folgender: Befindet sich die Oeffnung der Röhrenlibelle im Knoten der stehenden Schallwelle, etwa der Knotenstelle des Resonators einer Stimmgabel, so wird zunächst der abgegrenzte Luftraum in der Röhrenlibelle zwischen der Oeffnung und der abschließenden Wassersäule durch Resonanz zum Mitschwingen erregt; der Schalldruck dieser zweiten angeregten Mitschwingung ist es nun, der auf die abschließende Flüssigkeitssäule drückt und ihren Ausschlag hervorbringt. Daraus erklärt sich unmittelbar die Tatsache, daß die Größe des Ausschlages außer von der Intensität des primären Stimmgabeltones wesentlich von der Länge der Luftsäule in der Röhrenlibelle abhängt. Wenn diese Länge in Resonanz mit der primären Schallschwingung steht und also eine sekundäre Schallschwingung dort entstehen kann, hat der Ausschlag der Libelle ein Maximum, um bei Veränderung dieser Länge sofort abzunehmen. Man hat

hierin sogar ein Mittel, die Wellenlänge der Schallwelle in dem engen Rohre der Röhrenlibelle, durch systematische successive Veränderung der Rohrlänge, messen zu können. Es ist dies von Bedeutung für die Prüfung der Kirchhoff—Helmholtzschen Theorie der Schallgeschwindigkeit in sehr engen Röhren.

Damit hängt auch zusammen, daß, wie Dvorak bereits fand, am Bauch der Schallwelle keine mittlere Druckänderung mit der Drucklibelle zu konstatieren ist. Wie leicht theoretisch abzuleiten, müßte im Bauch einer Schallwelle ein ständiger mittlerer Unterdruck herrschen. Man kann sich diesen ohne weiteres plausibel machen aus der bekannten Tatsache, daß der hydrodynamische Druck in bewegten Flüssigkeiten und Gasen gegen den hydrostatischen Druck in dem ruhenden Medium um so geringer ist je schneller die Bewegung ist. Die Verminderung ist proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit, woraus der ständige mittlere Unterdruck im Bauch einer stehenden Schallwelle, wo keine Dichteänderung, sondern ständig hin und hergehende Bewegung der Luft vorhanden ist, sofort folgt. Befindet sich nun die Oeffnung der Röhrenlibelle an einem Bauch der stehenden Schallwelle, so wird die abgegrenzte Luftsäule in der Röhrenlibelle nicht zum Mitschwingen angeregt, da eben keine Druckschwankungen am offenen Ende stattfinden; analog wie das Trommelfell des Ohres und damit Schallempfindung nur an den Knotenstellen, nicht aber an den Bäuchen einer stehenden Schallwelle erregt wird.

Wie aus der Berücksichtigung der Glieder zweiten Grades bei der Schallbewegung folgt (siehe insbesondere H. Küstner, Ann. d. Phys. *50.* S. 941; 1916), ist der Verlauf von Verdichtung und Verdünnung am Knoten einer stehenden Schallwelle nicht genau symmetrisch zum Normaldruck; es ist von Interesse, daß die sehr genauen Messungen von A. Raps (Wied. Ann. *36,* S. 273; 1889) über den zeitlichen Verlauf des Druckes am Knoten einer gedeckten Pfeife zahlenmäßig mit

hinreichender Genauigkeit diese Unsymmetrie zeigen, die Raps selbst auf experimentelle Unvollkommenheiten zurückführen zu müssen glaubte, nun aber gerade eine Bestätigung der Richtigkeit der Theorie sind.

Ist A die Amplitude der stehenden Schallwelle, λ die Wellenlänge, so ist das Maß ε der Unsymmetrie das Verhältnis der Differenz der am Knoten gemessenen extremen Druckänderungen (Druckvermehrung bez. Druckverminderung) zu dem arithmetischen Mittel dieser beiden Werte, bei Berücksichtigung der Glieder zweiter Ordnung gegeben durch $\varepsilon = 2\pi\frac{A}{\lambda}$. Für die von Raps, l. c. S. 298 angegebenen Versuchsreihen, welche die maximalen Druckänderungen am Knoten einer gedeckten Pfeife bei sehr verschieden starken in der Größe ansteigenden Anblasestärken wiedergeben, ergibt sich folgendes:

ε beob.	ε ber.
0,0027	0,0037
0,0350	0,0052
0,0051	0,0056
0,0084	0,0068
0,014	0,0086
0,012	0,0098
0,020	0,009
0,026	0,011
0,028	0,012

In Anbetracht der außerordentlich kleinen Unterschiede der Druckdifferenzen, um die es sich hier handelt, darf man, mit Ausnahme der zweiten Reihe, die Uebereinstimmung wohl als befriedigend bezeichnen. Bei sehr großen Anblasestärken wird die Uebereinstimmung weniger gut; bei solchen werden auch die experimentellen Schwierigkeiten größer.

Ueber Einzelheiten des Vorstehenden soll an anderer Stelle berichtet werden.

F. A. Schulze:

Ueber den Einfluß der Steifigkeit auf die Schwingungszahl von Transversalschwingungen von Saiten.

Zur Prüfung der Formeln über den Einfluß der Steifigkeit auf die Transversalschwingungen von Saiten liegen bisher nur sehr wenig Messungen vor (siehe z. B. die Zusammenstellung in Bd. II von Winkelmann, Handbuch der Physik). Gerade für die Fälle, in denen ein besonders starker Einfluß der Steifigkeit zu erwarten ist, wenn nämlich der Durchmesser nicht mehr sehr klein gegen die Länge ist, also bei kleinen Saitenlängen, liegen keine Beobachtungen vor. Der Grund hierfür liegt jedenfalls darin, daß die Schwingungszahl dann so groß und außerdem die Amplitude der Schwingung so gering ist, daß eine Messung derselben mit dem Gehör oder nach einer der einfachen bekannten Methoden nicht gut möglich ist. Es war meine Absicht, die Aenderung der Transversalschwingungszahl von Saiten mit successiv abnehmender Länge systematisch an denselben Saiten zu verfolgen von dem einen Grenzzustand sehr großer Länge an, wo die Steifigkeit nur eine Korrektion zu der durch die Spannung gegebene Schwingung bedingt, bis zu so geringen Saitenlängen, daß das Drahtstück wesentlich als Stab zu betrachten ist, und nun umgekehrt die Spannung nur noch eine Korrektion an der durch die Eigenelastizität bedingten Schwingung liefert, also von dem Grenzfall, wo die Schwingungszahl umgekehrt der ersten Potenz der Länge ist, bis zu dem anderen Grenzfall, in dem sie umgekehrt der zweiten Potenz der Länge ist. Es kamen Stahldrähte verschiedenen Durchmessers zur Verwendung, die in einer auf besonders starkem Eisenuntergestell montierten Spannvorrichtung verschieden stark gespannt werden konnten. Die verschiebbaren Stege zur Abgrenzung der Saitenlänge waren von erheblicher Masse, damit die Grenzbedingung beider-

seits festen Endes gut erfüllt war. Während die Bestimmung der Schwingungszahlen unterhalb der Intervallschätzungsgrenze (bis ca. 4000 v. d.) keine Schwierigkeiten bot, versagten zunächst bei der minimalen Amplitude der Saitenschwingungen die gewöhnlichen Methoden der Schwingungszahlbestimmung. Schließlich führte folgendes einfache Verfahren zum Ziel. Das abgegrenzte Saitenstück von kurzer Länge wurde zu seiner Transversalschwingung dadurch angeregt, daß man das angrenzende durch den Steg von ihn getrennte Saitenstück, welches in seiner Länge durch einen zweiten verschiebbaren massiven Steg beliebig verändert werden konnte, zu seiner Longitudinalschwingung anregte und diejenige Saitenlänge dieses zweiten longitudinal schwingenden Stückes der Saite aufsuchte, welche die Transversalschwingung des betreffenden ersten zu untersuchenden Saitenstückes durch Resonanz maximal erregte, was durch die Bewegung eines aufgesetzten Papierreiterchens erkannt wurde. Die Schwingungszahl der Transversalschwingung ist dann gleich derjenigen der erregenden Longitudinalschwingung. Letztere ist umgekehrt proportional der Saitenlänge und kann für Schwingungen oberhalb der Intervallschätzungsgrenze danach bestimmt werden unter Zugrundelegung einer Saitenlänge, welche einen unterhalb jener Grenze liegenden Longitudinalton liefert.

Nach diesem einfach zu handhabenden Verfahren gelang es, mit genügender Genauigkeit in kurzer Zeit die Schwingungszahl der Transversalschwingungen auch für Schwingungen zu bestimmen, deren Töne an und oberhalb der oberen Hörgrenze, ca. 17 000 v. d., liegen. Man konnte so noch die Transversalschwingungszahl eines Saitenstückes von nur etwa 8 mm Länge bestimmen, also in einem Gebiete, in dem der Draht längst wesentlich als beiderseits festgeklemmter Stab unter dem Einfluß seiner Eigenelastizität schwang. Durch diese Messungen konnte die Richtigkeit der Theorie des Einflusses der Steifigkeit auf die Transversalschwingungen von Saiten in einem weit größerem Umfange, als bisher geschehen, ge-

prüft werden. Die Einzelheiten und Zahlenwerte, sowie die Formeln sollen an anderer Stelle mitgeteilt werden. Erwähnt sei noch, daß die Schwingungszahl der Longitudinalschwingungen durch gleichzeitige Benutzung von 2 Saiten mit Hülfe von Differenztönen in ähnlicher Weise bestimmt wurde, wie C. Stumpf die Schwingungszahl der Töne von Galtonpfeifen bestimmt hat. Zunächst wurde an der einen Saite ein Longitudinalton genommen, dessen Höhe im Bereich des Intervallschätzungsvermögens lag; sodann an der zweiten Saite eine kürzere Länge genommen, und die entsprechende Schwingungszahl durch Bestimmung der Höhe des Differenztons bestimmt, den sie mit dem Longitudinalton der ersten Saite gab. Sodann wurde der so bestimmte Ton der zweiten Saite als Ausgangston genommen, die erste Saite verkürzt bis sie gegen letzteren einen höheren Ton gab, und dieser Ton wieder durch Bestimmung ihres Differenztones den Ton vorbestimmt. So wurde das Verfahren bis zu Tonhöhen fortgesetzt, die in der Gegend der oberen Hörgrenze lagen. Zur Bestimmung der Tonhöhe der T r a n s v e r s a l töne wäre hier dieses Verfahren ihrer geringen Intensität wegen nicht durchführbahr gewesen. Erwähnt sei noch, daß sich auch bei diesen Versuchen wie nach meinen früheren Bestimmungen die obere Hörgrenze zu ca. 17 000 v. d. ergab.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

25567

BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY LIBRARY
AUG 9 1924

Jahrgang 1918

Marburg
Universitäts-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)
1919.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg

Jahrgang 1918

25567

Marburg
Universitäts-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)
1919.

Inhalt.

Seite

Herr *F. A. Schulze:* Die Gestalt der Isothermen auf ebenen Platten bei Berücksichtigung der äußeren Wärmeleitung und Plattendicke 1

„ *Franz Strieder:* Ueber eine neue Anwendung des Fühlhebelprinzipes bei Massenherstellung von Rotationskörpern . . 14

„ *Fr. Wedekind:* Beiträge zur progressiven Entwicklung der Organismen in ihrer Bedeutung für die Geologie 25

„ *A. Gürber:* Ueber den Wert der Konzentrationsschwelle als Geschmacksmaß 47

„ *F. B. Hofmann:* Zur Theorie des Geruchssinnes 50

„ *E. Schmidt:* Bemerkungen zum Vortrage des Herrn Hofmann 51

„ *A. Gürber:* Demonstrationsversuche 51

„ *M. Löhlein:* Ueber das kausale Denken in der Medizin und Biologie 53

„ *F. Richarz:* Bemerkungen zum Vortrage des Herrn Löhlein 64

Wahlen 24, 46, 52

Verzeichnis der Mitglieder*)

(am Schluß des Jahres 1918).

Ehrenmitglieder.

Retzius, Gustav, Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm.. 18. 1. 99.
Marchand, Felix, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 9. 12. 00.
Kayser, Emanuel, Dr. phil., o. Prof. em. d. Geologie, Geh. Reg.-Rat, München . . . . . 23. 10. 18.
(13. 1. 86)

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich, Dr. med., o. Prof. em. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat . . . . . 11. 7. 83.
v. Auwers, Karl, Dr. phil., ord. Prof. der Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 17. 12. 13.
v. Bergmann, Gustav, Dr. med., o. Prof. d. inn. Medizin 10. 5. 17.
Bielschowsky, Alfred, Dr. med., ord. Prof. d. Augenheilk., Geh. Med.-Rat . . . . . 6. 3. 14.
(30. 7. 13)
Bonhoff, Heinrich, Dr. med., ord. Prof. der Hygiene, Geh. Med.-Rat . . . . . 9. 3. 04.
(8. 11. 99)
Feussner, Wilhelm, Dr. phil., ord. Hon.-Prof. der theor. Physik, Geh. Reg.-Rat . . . . . 14. 7. 81.
(10. 6. 69)
Gasser, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rat 27. 1. 88.
(16. 7. 74)

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum außerordentlichen Mitglied.

Gürber, August, Dr. med. et phil., o. Prof. d. Pharmakologie 28. 6. 11.
(9. 12. 08)
Hensel, Kurt, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat . . . . . 10. 12, 02.
Hildebrand, Heinrich, o. Hon.-Prof. d. gerichtl. Medizin, Geh. Med.-Rat . . . . . 12. 5. 15.
(14. 12. 04)
Hofmann, Franz, o. Prof. der Physiologie, Geh. Med.-Rat 21. 6. 16.
Jaensch, Erich, Dr. phil., o. Prof. der Philosophie . . . 10. 3. 15.
(11. 6. 13)
Korschelt, Eugen, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 26. 7. 93.
Kutscher, Friedrich, Dr. med., a. o. Prof. der Physiologie 12. 2. 08.
(16. 2. 98)
Löhlein, Max, Prof. Dr., o. Prof. d. pathol. Anatomie . 10. 7. 18.
Meyer, Arthur, Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Reg.-Rat 4. 11. 91.
Müller, Eduard, Dr. med., a. o. Prof., Direktor der med. Poliklinik . . . . . 7. 5. 13.
(9. 2. 10)
Ostmann, Paul, Dr. med., ord. Hon.-Prof. der Otologie, Geh. Med.-Rat . . . . . 13. 11. 95.
Richarz, Franz, Dr. phil., o. Prof. d Physik, Geh. Reg.-Rat 15. 5. 01.
Schmidt, Ernst, Dr. phil., o. Prof. der pharm. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 11. 3. 85.
Schulze, Franz Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. d. Physik 5. 8. 08.
(31. 7. 01)
Schultze Jena, Leonhard, Dr. phil., o. Prof. d. Geographie 7. 5. 13.
Thiel, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der physik. Chemie . . 8. 5. 12.
(10. 5. 11)
Tuczek, Franz, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie, Geh. Med.-Rat . . . . . 15. 5. 95.
(14. 3. 90)
Wedekind, Rudolf, Dr. phil., ord. Prof. der Geologie und Palaeontologie . . . . . 12. 12. 17.
Wegener, Alfred, Prof., Dr. phil., Privatdozent der Meteorologie und Astronomie . . . . . 12. 5. 15.
(28. 7. 09)
Weigel, Otto, Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie . . . . 10. 7. 18.
(9. 2. 16)
Zangemeister, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie 28. 6. 11.
Zincke, Theodor, Dr. phil., o. Prof. em. d. Chemie, Geh. Reg.-Rat . . . . . 13. 1. 76.

B. Außerordentliche.

Berlin, Ernst, Dr. phil., Assistent am physiol. Institut . . 28. 6. 11.
Blanckenhorn, Professor Dr., Landesgeologe . . . . . 15. 1. 13.
Brand, Walter, Dr. phil., Studienrat, Oberlehrer . . . . 19. 2. 13.
Cloos, Hans, Dr. phil., Privatdozent der Geologie . . . . 10. 3. 15.
v. Dalwigk, Friedrich, Dr. phil., Prof., Priv.-Dozent der reinen und angewandten Mathematik . . . . . 9. 5. 00.
Esch, Peter, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 20. 11. 13.
Fischer, Guido, Dr. med., Prof., Direktor d. Zahnklinik . . 28. 6. 11.
Frey, Ernst, Dr. med., Prof., Privatdozent . . . . . 30. 7. 13.
Grüter, Wilhelm, Dr. med., Prof., Privatdozent, Assistent an der Augenklinik . . . . . 28. 6. 11.
Harms, Wilhelm, Dr. phil., Prof., Privatdozent d. Zoologie 7. 6. 10.
Jahrmärker, Max, Dr. med., Prof., Privatdozent Direktor der Landesheilanstalt . . . . . 10. 2. 04.
Katsch, Gerhard, Dr. med., Privatdozent . . . . . 29. 5. 18.
Kauffmann, Oskar, Hauptmann d. L., Forschungsreisender 13. 12. 11.
Körner, Theodor, Dr. phil., Chemiker . . . . . 21. 3. 17.
Kreckwitz, Dr. med., Assistent an der medizin. Poliklinik 24. 6. 14.
Löning, Fritz, Prof., Dr. med., Privatdozent . . . . . 9. 7. 13.
Nordhausen, Max, Dr. phil., a. o. Prof. der Botanik . . . 12. 5. 12.
Obst, E., Dr. phil., Prof., Privatdozent für Geographie . 13. 11. 12.
Reissert, Arnold, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz. der Chemie . 11. 2. 03.
Rick, Dr. med., Assistent an der Frauenklinik . . . . . 24. 6. 14.
Ricländer, August, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Gynäkologie . . . . . 13. 6. 06.
Rohmer, Paul, Dr. med., Privatdozent . . . . . 17. 12. 13.
Schenck, Martin, Dr. med. et phil., Privatdozent, Prof., Assistent am pharm. Institut . . . . . 28. 6. 11.
Schwantke, Arthur, Dr. phil., Prof., Priv.-Doz., Assistent am mineralog. Institut . . . . . 21. 6. 99.
Siebert, Carl, Dr. phil., Chemiker . . . . . 14. 5. 02.
Strecker, Wilhelm, Dr. phil., a. o. Prof. der Chemie . . 6. 3. 14.
Strieder, Franz, Dr. phil., Assistent am physik. Institut 10. 7. 18.
Stuchtey, Karl, Dr. phil., Assistent am physik. Institut . . 9. 12. 08.
Take, Emil, Prof., Dr. phil., Privatdozent, Assistent am physikalischen Institut . . . . . 9. 12. 08.
Tönniges, Carl, Dr. phil., Prof., Assist. am zoolog. Institut 16. 2. 98.
Veit, Otto, Dr. med., Privatdozent, Prof., I. Prosektor . 28. 7. 09.
Wagener, Oskar, Dr. med., a. o. Prof. der Otologie . . 12. 12. 17.
Weigel, Otto, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie . . . 9. 2. 16.
Wintzer, Paul, Dr. med., prakt. Arzt . . . . . 13. 5. 14.

Auswärtige Mitglieder.*)

Ach, Narciss, Dr. med. et phil., Professor der Philosophie, Königsberg . . . . . (8. 2. 05)
Ackermann, Dankwart, Dr. med., Prof., Privat-Dozent der Physiologie, Würzburg . . . . . (5. 8. 08)
Andrée, Karl, Dr. phil., a. o. Prof. d. Geologie, Königsberg (4. 8. 10)
Aschoff, Ludwig, o. Prof. der patholog. Anatomie, Freiburg i. Br. . . . . 17. 6. 03.
Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. der Ophthalm., Freiburg i. Br. . . . . (15. 1, 96)
Barth, Adolf, Dr. med., o. Prof. der Otologie, Leipzig . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . (13. 11. 95)
Beneke, Rudolf, Dr. med., o. Prof. d. path. Anat., Halle . 14. 11. 06.
Berblinger, Walter, Prof., Dr. med., Privatdozent, Kiel . (8. 2. 05)
Böhm, Rud., Dr. med., o. Prof. der Pharm., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . . 20. 5. 81.
**Börsch, Anton,* Dr. phil., Geh. Rat, Homberg a. d. Efze 23. 10. 18.
Borrmann, Robert, Dr. med., Prof., Direktor der patholog. Anatomie, Braunschweig . . . . . (14. 5. 02)
Brauer, Ludolf, Dr. med., o. Prof., Direktor d. med. Klinik in Hamburg-Eppendorf . . . . . (14. 12. 04)
**Breithaupt, Wilhelm,* Dr. ing. h. c., Cassel . . . . . 23. 10. 18.
Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Geh Berg-Rat, Bonn . . . . . (27. 1. 88)
Bruns, Oskar, Dr. med., a. o. Prof. der inneren Medizin, Göttingen . . . . . (28. 6. 11)
Buchholz, Adolf, Dr. med., Prof., Oberarzt, Hamburg . 8. 12. 97.
Busz, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Münster . (19. 6. 95)
Diels, Ludwig, Dr. phil., Kustos am botanischen Museum, a. o. Prof. an der Universität, Berlin-Dahlem . . . 28. 6. 11.
(28. 7. 09)
Dietrich, Theodor, Dr. phil., Prof., Geh. Reg.-Rat, Hannover (15. 1. 96)
Drevermann, Fritz, Dr. phil., Prof., Frankfurt a. M. . . (11. 2. 03)
Enderlen, Eugen, Dr. med., o. Professor der Chirurgie, Heidelberg . . . . . 12. 2. 97.
**Eysell, Adolf,* Dr. med., Geh. Sanitätsrat, Cassel . . . 23. 10. 18.
Falk, Ferdinand August, Dr. med., a. o. Prof. d. Pharm., Kiel 28. 4. 75.
**Fennel, Adolf,* Inhaber der Firma Otto Fennel Söhne . 23. 10. 18.

---

*) Die mit einem * bezeichneten sind korrespondierende, die sämtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Fraenkel, Carl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . 4. 11. 91.
Fries, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Chemie, Braunschweig 10. 3. 15.
(9. 3. 04)
Fuëter, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Zürich (3. 5. 07)
Gadamer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. der pharmazeut. Chemie, Breslau . . . . . (9. 3. 98)
Goebel, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.
Göppert, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Frankfurt a. M. . . . . (4. 12. 12)
**Guder,* Dr. med., Geh. Med.-Rat, Kreisarzt, Laasphe . 23. 10. 18.
Hagemann, Richard, Dr. med., Prof., Pr.-Doz., Würzburg 13. 5. 14.
Haselhoff, Emil, Dr. phil., Prof., Direktor der landw. Versuchsstation, Cassel . . . . . (11. 2. 03)
Häcker, Rudolf, Dr. med., Prof., Oberarzt d. chirurg. Klinik, Essen . . . . . (7. 6. 10)
Heffter, Arthur, Dr. phil. et med., o. Prof. der Pharmakologie, Berlin . . . . . 14. 11. 06.
Heine, Leopold, o. Prof. der Ophthalmologie, Kiel . . . (18. 1. 99)
Hellinger, Ernst, Dr. phil., a. o. Prof. der Mathematik, Frankfurt a. M. . . . . (12. 1. 10)
**Heraeus, Wilhelm,* Dr. phil., Leiter der Firma W. C. Heraeus, Hanau . . . . . 23. 10. 18.
Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . . (2. 7. 68)
Herrmann, F., Dr. phil., Geol. Landesanstalt, Berlin . . 1. 3. 11.
v. Hess, Carl, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmol., München 11. 11. 96.
Hess, Otto, Dr. med., Prof., Oberarzt, Posen . . . . . (25. 6. 02)
**Heusler, Fritz,* Dr. phil., Hüttendirektor, Dillenburg . 8. 2. 05.
Hohmeier, Friedrich, Dr. med., Prof., Oberarzt am städt. Krankenhaus, Coblenz . . . . . (24. 6. 14)
Hürter, Jakob, Dr. med., Prof., Oberarzt am städt. Krankenhaus, Mainz 17. 12. 13)
Jores, Leonhard, Dr. med., o. Prof., Dir. des patholog. Instituts, Kiel . . . . . 9. 7. 13.
Jung, Heinrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Kiel . (13. 12. 05)
Keller, Oskar, Dr. phil., a. o. Prof. d. pharmaz. Chemie, Jena 28. 6. 11.
König, Friedrich, Dr. med., o. Prof. d. Chirurgie, Würzburg 9. 7. 13.
Kossel, Albrecht, Dr. med., o. Prof. d. Physiol., Geh. Rat, Heidelberg . . . . . 15. 5. 95.
Krauß, Wilhelm, Dr. med., Prof. der Augenheilkunde an der medizin. Akademie, Düsseldorf . . . . . (10. 7. 07)

v. Krehl, Ludolf, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Heidelberg . . . . . 8. 11. 99.
Küster, Ernst, Dr. med. o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med., Rat, Berlin . . . . . 4. 11. 91.
Küttner, Hermann, Dr. med., o. Prof. der Chiurg., Breslau (8. 2. 05)
**Leitz, Ernst*, jun., Dr. phil. h. c., Wetzlar . . . . . 23. 10. 18.
Locwi, Otto, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Graz (15. 5. 01)
Lotz, Heinrich, Dr. phil., Geologe, Berlin . . . . . (13. 12. 99)
Matthes, Max, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Geh. Med.-Rat, Königsberg . . . . . 28. 6. 11.
Meisenheimer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. d. Zool., Leipzig 5. 8. 03. (16. 2. 98)
**Mense, Carl*, Dr. med., Professor, Cassel . . . . . 23. 10. 18.
Meyer, Hans, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Wien 11. 3. 85.
Misch, Georg, Dr. phil., o. Prof. der Philosophie, Göttingen (30. 7. 13)
v. Müller, Friedr., Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., München 26. 7. 93.
Neide, Ernst, Major a. D., Dr. phil., Allstedt, Sachsen-Weimar . . . . . (13. 1. 04)
Noll, Alfred, Dr. med., a. o. Prof. d. Physiol., Jena . . . (16. 2. 98)
Oestreich, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Utrecht (9. 3. 04)
Opitz, Erich, Dr. med., Prof., Dir. d. Frauenkl., Gießen . (13. 1. 04)
Pfannkuch, Wilhelm, Dr. med., prakt. Arzt, Cassel . . . (17. 1. 72)
Pfeffer, Wilh., Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Hofrat, Leipzig . . . . . (27. 4. 71)
Plate, Ludwig, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie, Jena . . (27. 1. 88)
Plenge, Enriquez, Dr. med., Heidelberg . . . . . (7. 3. 99)
Ransom, Frederick, Dr. med., Cambridge . . . . . (7. 3. 99)
Rathke, Bernhard, Dr. phil., Prof. d. physik. Chemie, Meran 14. 3. 84.
**Rehn, Joh. Heinrich*, Dr. med., San.-Rat, Frankfurt a. M. 26. 11. 80.
Ribbert, Hugo, Dr. med., o. Prof. d. pathol. Anatomie, Bonn 20. 6. 00.
Romberg, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. inn. Mediz. München 20. 6. 00.
**Roser, Wilhelm*, Dr. phil., Professor, Höchst . . . . 23. 10 18.
Rost, Eugen, Dr. med., Regierungsrat, Berlin . . . . . (16. 2. 98)
Rubner, Max, Dr. med., o. Prof. der Physiol., Geh. Med.-Rat, Berlin . . . . . 13. 1. 86.
Rühl, Alfred, Dr. phil., a. o. Prof. der Geographie, Berlin (28. 7. 09)
Rumpf, Theodor, Dr. med., Professor, Bonn . . . . . 14. 3. 90.
Rupp, Erwin, Dr. phil., o. Prof. f. Pharmazie, Königsberg (14. 12. 04)

Ruppel, Wilhelm, Dr. phil., Professor, Höchst . . . . . (18. 7. 00)

Sauerbruch, Ferd., Dr. med., o. Professor der Chirurgie, München . . . . . (7. 6. 10)

Schaum, Carl, Dr. phil., o. Prof. d. phys. Chemie, Gießen 13. 12. 05. (11. 8. 97)

Schenck, Rudolf, Dr. phil., o. Prof. der Chemie, Geh. Reg.-Rat, Münster . . . . . (11. 8. 97)

Schmidt, Martin, Dr. med., o. Professor d. path. Anatomie, Würzburg . . . . . 28. 6. 11.

Schöne, Georg, Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie, Greifswald (7. 6. 10)

Schottelius, Max, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Hofrat, Freiburg i. B. . . . . (11. 7. 79)

Schottky, Friedrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rat, Berlin . . . . . 15. 5. 95.

Schridde, Hermann, Dr. med., Prof., Direktor der pathol. Anatomie, Dortmund . . . . . (13. 12. 05)

Schwenkenbecher, Alfred, Dr. med., Prof., Direktor der med. Klinik, Frankfurt a. M. . . . . (13. 5. 08)

Seddig, Max, Dr. phil., Prof., Privatdozent der Physik, Frankfurt a. M. . . . . (17. 6. 03)

Siemens, Friedrich, Dr. med., Geh. Med.-Rat, Direktor der Landes-Irrenanstalt Lauenburg i. P. . . . . (19. 12. 79)

Stoeckel, Walter, Dr. med., o. Prof., Direktor der gynäkol. Klinik, Kiel . . . . . (5. 8. 08)

Strahl, Hans, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Gießen . . 27. 1. 88. (14. 12. 80)

Straub, Walther, Dr. med., o. Prof. d. Pharmakol., Freiburg (13. 12. 05)

Study, Eduard, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Bonn . (14. 3. 90)

Uthoff, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Breslau . . . . . 4. 11. 91.

**Vogt, Heinrich,* Dr. med., Professor, Wiesbaden . . . 23. 10. 18.

Wendel, Walther, Dr. med., Prof., Direktor des städtischen Krankenhauses, Magdeburg-Sudenburg . . . . . (12. 2. 02)

Wernicke, Erich, Dr. med., Prof., Direktor des hygienischen Instituts in Posen 16. 2. 98. (10. 2. 97)

**Wortmann,* Geh. Rat, Prof. Dr., Geisenheim . . . . . 23. 10. 18.

Ziegenbein, Hans, Dr. phil., Vorst. d. Nahrungsm.-Amts, Stralsund . . . . . (14. 5. 02)

Durch den Tod hat die Gesellschaft verloren:

von den Ehrenmitgliedern:

Mannkopff, Emil, Dr. med., o. Prof. der inneren Medizin, Geh. Med.-Rat . . . . . 12. 7. 11.

von den ordentlichen Mitgliedern:

Den Tod fürs Vaterland erlitt:

Lohmann, Alfred, Dr. med., Prof., Pr.-Doz. d. Physiologie 7. 5. 13. (8. 2. 05)

von den auswärtigen Mitgliedern:

Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Straßburg (8. 2. 78)
**Speck, Carl,* Dr. med., San.-Rat, Kreis-Physik., Dillenburg 5. 4. 71.
Rein, Johannes, Dr. phil., o. Prof. em. der Geographie, Geh. Reg.-Rat, Bonn . . . . . 1. 12. 76.

Der Vorstand.

F. Richarz, Vorsitzender. *A. Thiel,* ständiger Schriftführer.

Kriegsvertreter des Schriftführers und des Kassenführers:
F. A. Schulze.

Engerer Ausschuß.

E. Korschelt, stellvertr. Vorsitzender. *E. Schmidt. F. Tuczek.*

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 1 Mai 1918

In der ordentlichen Sitzung vom 29. Mai hielt zunächst Herr F. A. Schulze den Vortrag:

Die Gestalt der Isothermen auf ebenen Platten bei Berücksichtigung der äußeren Wärmeleitung und der Plattendicke.

Die von E. Heß [1]) auf Anregung von Herrn F. Richarz ausgearbeitete Methode der Darstellung von Isothermen auf ebenen Platten gab Anlaß zu der Frage, welchen Einfluß die äußere Wärmeleitung auf die Gestalt dieser Isothermen hat, und inwieweit sie Abweichungen von der nach der Theorie ohne Berücksichtigung der äußeren Wärmeleitung hergeleiteten Form der Isothermen bedingt. Diese ist gegeben durch

$$\frac{r_1^{a_1} r_2^{a_2} \ldots\ldots r_n^{a_n}}{r_1^{a_1'} r_2^{a_2'} \ldots\ldots r_m^{a_m'}} = \text{const}\ ^{2})$$

wo r_1, $r_2 \ldots r_n$ bez. $r_1' \ldots\ldots r_m'$ die Entfernungen des Isothermenpunktes von den Wärmeeinströmungspunkten der Stärken $a_1 \ldots a_n$ bez. von den Wärmeausströmungspunkten der Stärken $a_1' \ldots a_m'$ sind.

---

1) E. Heß, Inaug.-Diss. Marburg. 1906. Ztschr. f. Phys. u. Chem. Unt. 21. S. 96. 1908.

2) Vgl. H. v. Helmholtz, Vorles. über theor. Physik, Bd. VI, herausgeg. von F. Richarz, p. 64—69. Leipzig 1903.

Es sei k die innere, h die äußere Wärmeleitfähigkeit, ε die Dicke der Platte; die Begrenzungsebenen der Platte liegen parallel der xy-Ebene; ε sei so klein, daß sich die Temperatur ϑ mit z nur unmerklich ändert. Die Temperatur ist dann im stationären Zustand gegeben durch die Gleichung: $\frac{\partial^2\vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\vartheta}{\partial y^2} - \frac{2\,h}{k\varepsilon}\,\vartheta = 0$ [1]) oder, wenn zur Abkürzung gesetzt wird $\frac{2\,h}{k\varepsilon} = \gamma^2$:

$$1)\quad \frac{\partial^2\vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\vartheta}{\partial y^2} - \gamma^2\vartheta = 0.$$

Die Temperatur der Umgebung ist als Null angenommen.

Es sei zunächst nur ein Einströmungspunkt im Punkt $x = y = 0$ angenommen. Da in diesem Fall ϑ nur Funktion von $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ sein kann, so wird Gleichung 1) zu

$$1')\quad \frac{d^2\vartheta}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d\vartheta}{dr} - \gamma^2\vartheta = 0.$$

Diese Bessel'sche Differentialgleichung nullter Ordnung vom imaginären Argument $i\gamma r$ hat ein partikuläres Integral der Form:

$$2)\quad \vartheta = A \cdot e^{-\gamma r}\sqrt{\frac{\pi}{2\gamma r}} \cdot S(2\gamma r);\ ^2)$$

A ist eine beliebige Konstante.

S ist definiert durch $S(z) = \sqrt{\frac{z}{\pi}}\int_0^\infty \frac{e^{-s}\,ds}{\sqrt{s(z+s)}}$.

Der Ausdruck 2) wird unendlich für $r = 0$, da $S(0)$ endlich ist; für $r = \infty$ wird $\vartheta = 0$. Das partikuläre Inte-

1) G. Kirchhoff, Vorles. über mathem. Physik, Bd. IV, p. 48-50. Leipzig 1894.

2) H. Weber, Die partiellen Differential-Gleichungen der mathematischen Physik; nach Riemanns Vorlesungen neu bearbeitet von H. Weber, Bd. II, p. 323.

gral 2) entspricht also dem Fall einer Wärmequelle im Nullpunkt in einer unendlich ausgedehnten Platte.

Für 2) gilt die Entwicklung (H. Weber l. c.)

$$3)\quad e^{-\gamma r}\sqrt{\frac{\pi}{2\gamma r}}\cdot S(2\gamma r) = \sum_{r=0}^{\infty}\frac{c_\nu - log\,(2\gamma r)}{(\nu!)^2}\left(\frac{2\gamma r}{4}\right)^{2\nu};$$

hierbei ist $c_\nu = c_0 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots + \frac{1}{\nu}$

$c_0 = 2\,log\,2 - C$, wo C die Euler'sche oder Mascheroni'sche Konstante 0,577 215 6649 . . . . .

Zur Abkürzung sei die Reihe 3) mit $f(r)$ bezeichnet.

Es seien nun außer im Punkte $x = y = 0$ noch Wärmequellen in den Punkten $x = a_1$, $y = b_1$; $x = a_2$, $y = b_2$ . . . . .; $x = a_n$, $y = b_n$. Die Entfernung eines betrachteten Punktes x, y von diesen Punkten seien r_0, $r_1 \ldots . r_n$. Die Intensitäten der Einströmung seien bezw. proportional zu B_0, $B_1 \ldots . B_n$. Dann ist $\Theta = \sum_{\nu=0}^{n} B_\nu f(r_\nu)$ ein partikuläres Integral der Gleichung 1'), das in den Einströmungspunkten unendlich große Werte hat und im unendlichen verschwindet. Für negative Werte von B_n ist der Punkt eine Wärmesenke. Die Isothermen sind gegeben durch die Kurven $\Theta = \Sigma B_n f(r_n) = const.$ In dem Fall einer einzigen Quelle bleiben die Isothermen natürlich Kreise.

Für den Fall von zwei gleich starken Einströmungspunkten sind die Isothermen bei fehlender äußerer Wärmeleitung Cassinische Kurven $r_1 r_2 = const.$

Bei Berücksichtigung der äußeren Wärmeleitung sind die Isothermen gegeben durch $f(r_1) + f(r_2) = const.$ Diese Kurven ähneln den Cassinischen Kurven äußerlich sehr. In Fig. 1 sind einige Kurven gezeichnet. Es ist dabei angenommen, daß die Entfernung der Einströmungspunkte gleich der Längeneinheit ist. Die gestrichelten Kurven sind die Isothermen für $\gamma = 0$, die Cassinischen Kurven. Die

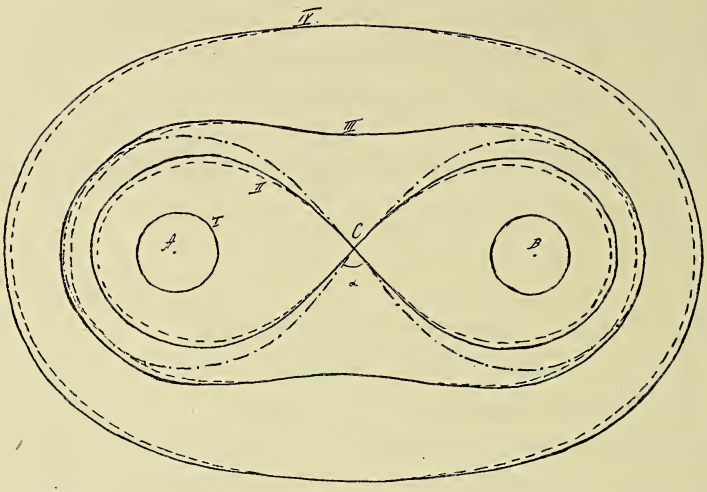


Fig. 1.

2 Einströmungspunkte (A, B)

——— Idealfall $\gamma = 0$ (äußere Wärmeleitung Null)

——— $\gamma = 0{,}5$ mäßige } äußere Wärmeleitung

·—·—·— $\gamma = 2$ erhebliche }

ausgezogenen gestrichelten Kurven geben einige Isothermen für $2\,\gamma = 1$. Die strichpunktierten Kurven endlich gelten für den Fall $2\,\gamma = 4$, also bei verhältnismäßig großer äußerer Wärmeleitung.

Die Berechnung der Kurven geschah mittelst graphischer Interpolation unter Zugrundelegung folgender ausgerechneter Werte der Reihe 3) für $2\,\gamma = 1$.

(S. Zusammenstellung S. 5.)

Ist ein Einströmungs- und ein Ausströmungspunkt vorhanden, beide in gleicher Stärke, so sind die Isothermen gegeben durch die Gleichung $f(r_1) - f(r_2) = 0$. In Fig. 2 sind Isothermen gezeichnet für den Idealfall fehlender äußerer Wärmeleitung, $\gamma = 0$ (gestrichelt), für $2\,\gamma = 1$ (ausgezogen) und $2\,\gamma = 4$ (strichpunktiert).

(S. Fig. 2.)

r	$f(r)$	r	$f(r)$	r	$f(r)$	r	$f(r)$
0,001	7,7169	0,11	3,0194	0,3	2,0290	2	0,4210
0,01	5,4143	0,12	2,9323	0,4	1,7527	3	0,2138
0,05	4,7213	0,13	2,8533	0,5	1,5404	4	0,1140
0,03	4,3159	0,14	2,7817	0,6	1,3724	5	0,0706
0,04	4,0284	0,15	2,7201	0,7	1,2327	6	0,0358
0,05	3,8056	0,16	2,6603	0,8	1,1145		
0,06	3,6235	0,17	2,6001	0,9	1,0126		
0,07	3,4697	0,18	2,5453	1,0	0,9243		
0,08	3,3365	0,19	2,4870	1,1	0,8466		
0,09	3,2191	0,20	2,4276	1,2	0,7800		
0,10	3,1142			1,3	0,7219		
				1,4	0,6640		
				1,5	0,6109		
				1,6	0,5653		
				1,7	0,5239		
				1,8	0,4867		
				1,9	0,4524		

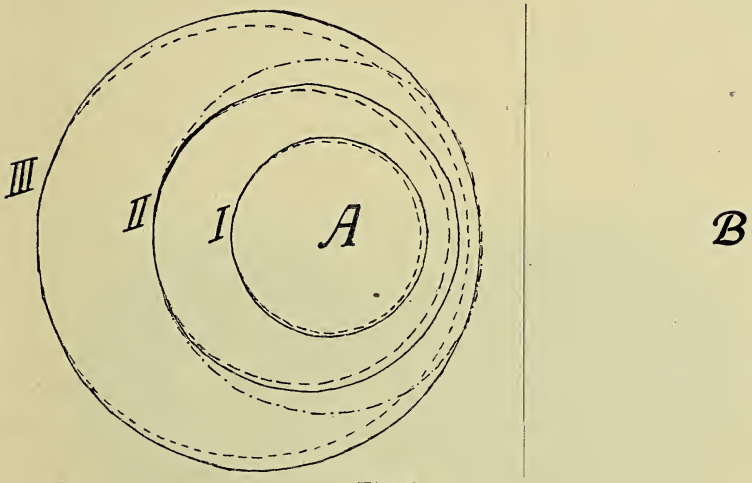


Fig. 2.

1 Wärmequelle A, 1 Wärmesenke B.

——— Idealfall $\gamma = 0$ (äußere Wärmeleitung Null)

——— $\gamma = 0{,}5$ mäßige
·—·—·— $\gamma = 2$ erhebliche } äußere Wärmeleitung.

Es erhebt sich noch die Frage, um wie viel sich die Isothermen in gegebenen praktisch vorkommenden Fällen von den idealen (bei fehlender äußerer Wärmeleitung) numerisch unterscheiden.

Für einen Eisenstab fand H. Weber [1]) $\frac{h}{k} = 0{,}00018\,(_{mm}{}^{-1})$. Wäre demnach eine Eisenplatte von 1 mm Dicke gegeben, so würde die Größe $2\gamma = 2\sqrt{\frac{2h}{k\varepsilon}} = 2\sqrt{0{,}00036} = 0{,}0038$.

Die wahren Isothermen liegen daher so nahe an den idealen, daß die Abweichungen nur bei sehr feinen Messungen eben wahrnehmbar sein dürften; sie werden wahrscheinlich erheblich übertroffen von den Abweichungen, die durch Nichterfüllung der Voraussetzungen der Theorie, z. B. unendliche Ausdehnung der Platte, Unabhängigkeit der inneren und äußeren Wärmeleitung von der Temperatur u. a. m. eintreten. Dagegen würde die Voraussetzung punktförmiger Wärmeein- bez. -ausströmung keine Schwierigkeit sein, da die Peripherie der wärmezuführenden Röhre als Isotherme angesehen werden kann, sodaß der Temperaturverlauf im Innern dieser Röhre gleichgültig ist.

Dagegen werden die Abweichungen merklich sein bei Platten aus Stoffen von geringer innerer Wärmeleitung, wie Glas, Horn, Kork etc. Nehmen wir z. B. in obigem Beispiel den Wert der inneren Wärmeleitung 2000 mal kleiner an, was etwa der Wärmeleitung von Glas entsprechen würde, die Dicke ε und die äußere Wärmeleitnng h von derselben Größe wie in dem vorigen Beispiel, so wird $2\gamma = 2\sqrt{0{,}72} = 1{,}7$. Die Abweichungen werden dann also etwa so groß, wie sie in den Figg. 1 und 2 sich (für $2\gamma = 1$) darstellen. Bei den von E. Heß (l. c.) benutzten Metallplatten ist also der Einfluß der äußeren Wärmeleitung auf die Isothermen unmerklich.

---

1) H. Weber, Pogg. Ann. **146**, p. 527. 1872.

Für die vier in Fig. 1 für $2\gamma = 1$ gezeichneten Isothermen seien die Werte des Produktes $r_1 r_2$ für eine Anzahl Punkte der Isothermen angegeben:

Isotherme I			Isotherme II			Isotherme III			Isotherme IV		
r_1	r_2	$r_1 r_2$	r_1	r_2	$r_1 r_2$	r_1	r_2	$r_1 r_2$	r_1	r_2	$r_1 r_2$
0,121	0,880	1,065	0,500	0,500	0,250	0,600	0,600	0,360	0,121	0,880	1,065
0,119	0,890	1,059	0,595	0,420	0,250	0,726	0,496	0,369	0,119	0,890	1,659
0,118	0,900	1,064	0,666	0,382	0,254	0,812	0,445	0,367	0.118	0,900	1,064
0,112	0,950	1,080	0,740	0,343	0,253	0,913	0,402	0,372	0,112	0,950	1,067
0,108	1,00	1,090	0,823	0,315	0,263	1,027	0,363	0,383	0,108	1,006	1,086
0,104	1,05	1,090	0,933	0,285	0,269	1,165	0,329	0,383	0,104	1,050	1,090
0,102	1,07	1,090	0,165	0,233	0,271	1,245	0,311	0,387	0,102	1,070	1,090
0,100	1,09	1,09	0,195	0,229	0,274	1,264	0,310	0,392	0,100	1,090	1,090
0,100	1,10	1,100	0,210	0,227	0,275	1,295	0,306	0,396	0,100	1,100	1,100

Besonders hingewiesen sei darauf, daß der Winkel α der beiden Isothermenzweige im Punkte C, der bei Nichtberücksichtigung der äußeren Wärmeleitung ein rechter ist, um so spitzer wird, je größer die äußere Wärmeleitung im Vergleich zur inneren wird.

Dies ist in der Tat der Fall, wie aus Fig. 3 hervorgeht, welche nach der Photographie der auf einer mit Jodsilberjodquecksilber bestrichenen Glasplatte mit zwei Ein-

Fig. 3.

strömungspunkten erhaltenen Isotherme hergestellt ist. Man sieht, daß der angegebene Winkel erheblich kleiner als 90^0 ist.

(Auch eine einer niedrigeren Temperatur entsprechende Vorkurve ist auf Figur 3 zu sehen.)

Für den Fall eines Einströmungs- und eines Ausströmungspunktes in A bezw. B von derselben Stärke seien die Werte des Quotienten $\frac{r_1}{r_2}$ für eine Anzahl Punkte der drei in Fig. 2 gezeichneten Isothermen angegeben.

Isotherme I			Isotherme II			Isotherme III		
r_1	r_2	$\frac{r_1}{r_2}$	r_1	r_2	$\frac{r_1}{r_2}$	r_1	r_2	$\frac{r_1}{r_2}$
1,300	0,300	4,333	1,500	0,500	3,000	1,800	0,800	2,250
1,275	0,300	4,250	1,450	0,493	2,940	1,700	0,763	2,239
1,250	0,295	4,237	1,400	0,473	2,959	1,600	0,726	2,204
1,200	0,286	4,196	1,350	0,460	2,935	1,500	0,687	2,184
1,150	0,278	4,136	1,300	0,441	2,948	1,400	0,649	2,157
1,100	0,267	4,119	1,200	0,417	2,880	1,300	0,608	2,105
1,00	0,245	4,081	1,100	0,390	2,821	1,200	0,570	2,105
0,95	0,235	4,025	1,000	0,360	2,750	1,100	0,527	2,087
0.90	0,225	4,000	0,900	0,338	2,744	1,000	0,488	2,049
0,85	0,212	4,000	0,800	0,298	2,684	0,900	0,440	2,046
0,80	0,201	4,000	0,750	0,295	2,542	0,800	0,400	2,000
			0,725	0,278	2,607	0,700	0,353	1,983
						0,670	0,338	1,982
						0,660	0,335	1,970

Die Abweichungen vom idealen Isothermentypus werden nach 1) um so geringer, je größer die Dicke ε der Platte wird. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß die Gleichung 1) nur gilt, wenn die Dicke ε so gering ist, daß ϑ nur von x, y, nicht aber von z, der Normalenrichtung der Platte, abhängt.

Es bleibt noch folgende Frage zu erledigen:

Wird die Form der Isothermen auf der Oberfläche dadurch verändert, daß die verschiedenen zur Oberfläche parallelen Schichten infolge der äußeren Wärmeleitung nicht für bestimmte Werte von x, y dieselben Werte haben? Mit anderen Worten: welches ist der Einfluß der endlichen Dicke der Platte auf die Gestalt der Isothermen an der Oberfläche?

Die Ebene der Platte sei wieder die x, y-Ebene, die Dicke sei ε und der Koordinatenanfangspunkt werde in die Mittelschicht gelegt.

Es ist dann der stationäre Zustand

$$\Delta \vartheta = 0 \text{ mit der Bedingung:} \tag{3}$$

$$\text{für } z = -\frac{\varepsilon}{2}: +k\frac{\partial \vartheta}{\partial z} = +h\vartheta \tag{4}$$

$$z = +\frac{\varepsilon}{2}: -k\frac{\partial \vartheta}{\partial z} = +h\vartheta \tag{5}$$

Eine strenge Lösung der Aufgabe ist mir nicht gelungen; jedoch läßt sich wenigstens zeigen, daß sich bei nicht erheblicher Dicke der Platten die Form der Kurven auf der Oberfläche der Platten zwar nicht genau, aber mit großer Annäherung dieselbe Form hat, wie wir sie für den Fall verschwindender Dicke berechnet haben, wo der Wärmefluß im Innern der Platte nur in der Ebene der Platte erfolgt.

Um dies zu zeigen, werde die Temperatur ϑ in der Form angesetzt:

$$(6.)\quad \vartheta = \vartheta_0 \cdot \varphi(z^2)$$

wo φ nur Funktion von z^2, nicht von x und y sein soll. Ferner sei ϑ_0 die im vorigen behandelte Lösung des Problems, die für verschwindende Dicke gilt, wo ϑ nur von x und y, nicht von z, abhängt: $\vartheta_0 = \sum_0^n B_n f(r_n)$. Ließe sich nun die Funktion φ so bestimmen, daß ϑ die Gleichung 3) sowohl als auch die Grenzbedingen 4) und 5) befriedigt, so

wäre bewiesen, daß tatsächlich die Form der Isotherme, ihr analytischer Ausdruck, auch an der Oberfläche der Platte, bei endlicher Dicke der Platte dieselbe ist, wie bei einer Platte von verschwindender Dicke.

Zur Abkürzung sei wieder gesetzt $\frac{2h}{k\varepsilon} = \gamma^2$.

Es muß sein $0 = \Delta\vartheta = \vartheta_0 \cdot \frac{\partial^2 \varphi(z^2)}{\partial z^2} + \varphi(z^2) \cdot \underset{xy}{\Delta}\vartheta_0 = 0$.

Nach der Wahl von ϑ_0 ist aber $\underset{xy}{\Delta}\vartheta_0 = \gamma^2\vartheta_0$. Die Gleichung wird also:

$$0 = \vartheta_0\{2\varphi'(z^2) + 4z^2\varphi''(z^2) + \gamma^2\varphi(z^2)\}$$

oder für $z^2 = u$

$$7.)\quad 2\varphi'(u) + 4u\varphi''(u) + \gamma^2\varphi(u) = 0.$$

Die vollständige Integration der Gleichung in der Umgebung von $u = 0$ ist zwar nach bekannten Methoden möglich, liefert aber schwer übersichtliche Reihenentwickelungen.

Nun wird, wie man aus der Natur des physikalischen Problems heraus wohl mit gewissem Recht wird behaupten können, der Faktor $\varphi(z^2)$ von 1 nicht allzusehr abweichen, solange die Dicke der Platte nicht sehr groß und die äußere Wärmeleitung im Vergleich zur inneren nicht erheblich ist. Es wird auch die Krümmung $\varphi''(u)$ der Kurve $\varphi(u)$ dann nur gering sein. Ist dann noch u selbst klein, also die Dicke der Platte nicht groß, so ist das Produkt $4u\varphi''(u)$ sehr klein gegen die anderen beiden Glieder der Gleichung 7).

Setzt man für $\varphi(u)$ die Reihe an

$$\varphi(u) = a + bu + cu^2 + \ldots$$

und bricht beim zweiten Gliede ab, sodaß $\varphi(u) = a + bu$, so wird direkt $\varphi''(u) = 0$.

Bei diesen Überlegungen und Annahmen dürfte es im vorliegenden Fall gerechtfertigt sein, das zweite Glied in der Gleichung 7) zum Zweck der Annäherungsrechnung gegen die beiden anderen zu vernachlässigen. Es bleibt also:

$$2\varphi'(u) + \gamma^2\varphi(u) = 0$$

oder

$$\varphi(u) + \frac{2}{\gamma^2}\varphi'(u) = 0.$$

Das allgemeine Integral ist

$$\varphi = C \cdot e^{-\frac{\gamma^2}{2}u}$$

C können wir 1 setzen. Die Temperaturverteilung in der Platte von endlicher Dicke ist also gegeben durch

$$\vartheta = \vartheta_0 \cdot e^{-\frac{\gamma^2}{2}z^2} = \vartheta_0 \cdot e^{-\frac{h}{k\varepsilon}z^2}$$

Dieser Ausdruck befriedigt aber, wie leicht zu verifizieren, auch die beiden Grenzbedingungen 4) und 5).

Wie man sieht, wird der Charakter der Isothermen durch die endliche Dicke der Platte nicht geändert, da an der Oberfläche ϑ_0 nur mit dem konstanten Faktor $e^{-\frac{h\,\varepsilon}{k\,4}}$ multipliziert erscheint.

Übrigens ist derselbe in den praktisch vorkommenden Fällen nur sehr wenig von 1 verschieden.

In den beiden obigen Beispielen wird er z. B. für Eisen, wenn wieder die Dicke $\varepsilon = 1$ gesetzt wird,

$$e^{-0{,}00045} = 0{,}99955.$$

Für dickere Platten wird der Korrektionsfaktor natürlich erheblich größer, ebenso für thermisch schlecht leitende Substanzen. Es sei z. B. (in mm) $\frac{h}{k} = 0{,}01$, was der Größenordnung nach etwa den bei Mineralien gültigen Zahlenwerten entspricht. ε sei $=$ 10 mm.

Es ist dann $e^{-\frac{h\,\varepsilon}{4\,k}} = e^{-0{,}025} = 0{,}975$, d. h. also die Temperatur an der Oberfläche ist überall um ca. 2 % kleiner als in der Mittelebene.

Rückwärts läßt sich nun auch noch zahlenmäßig die Vernachlässigung des zweiten Gliedes in der Differentialgleichung rechtfertigen. In dem obengenannten Beispiel ist nämlich für $u = \frac{\varepsilon^2}{4}$ $2\varphi'(u) = -\gamma^2 \cdot \varphi(u) = 0{,}002 \cdot \varphi(u)$. dagegen $4\,u\,\varphi''(u) = 0{,}00002 \cdot \varphi(u)$.

Bei noch dickeren und noch schlechter leitenden Platten wird das Glied $4\,u\,\varphi''(u)$ immer größer gegenüber den beiden anderen, sodaß die Lösung nicht mehr richtig ist,

Wollte man die abgeleiteten Beziehungen an konkreten Fällen prüfen, so wäre besonders darauf zu achten, daß die Begrenzungen der Röhren, durch welche hindurch der Zufluß der Wärme geschieht, die Gestalt der theoretischen Isothermen haben müssen. Solange man die endliche Dicke der Platte nicht berücksichtigt, kann bei 1 bez. 2 Ein- bez. Ausströmungspunkten diese Begrenzung durch die ganze Platte die gleiche sein. Hier jedoch, wenn die Temperatur auch noch von z abhängt, muß der Längsquerschnitt nach einer durch die z-Axe gehenden Ebene bei einer Einströmungslinie ungefähr folgende Gestalt haben ($\varepsilon = 50$ mm, $\frac{h}{k} = 0{,}05$ mm^{-1}).

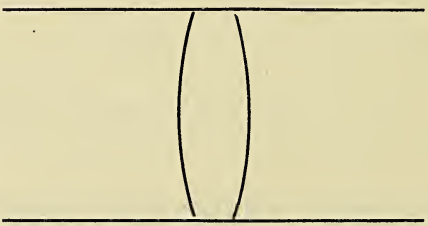


Fig. 4.

Das in der Zeichnung gegebene Beispiel ist allerdings der Deutlichkeit halber für einen extremen Fall berechnet, für den die gegebene Lösung streng nicht mehr angenommen werden darf. Bei mäßig dicken Platten unterscheiden sich diese Isothermenflächen nur sehr wenig von Kreiszylindern.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die zuletzt gegegebene Form der Temperaturverteilung im stationären Zustand bei Berücksichtigung der endlichen Dicke der Platte auch für den Fall beliebig vieler Ein- bez. Ausströmungspunkte gilt.

Sodann sprach Herr Franz Strieder (a. G.):

Ueber eine neue Anwendung des Fühlhebelprinzipes bei Massenherstellung von Rotationskörpern.

Die mechanische Werkstätte des Physikalischen Institutes hatte Ende 1916 einen Auftrag auf Lieferung von Kriegs-

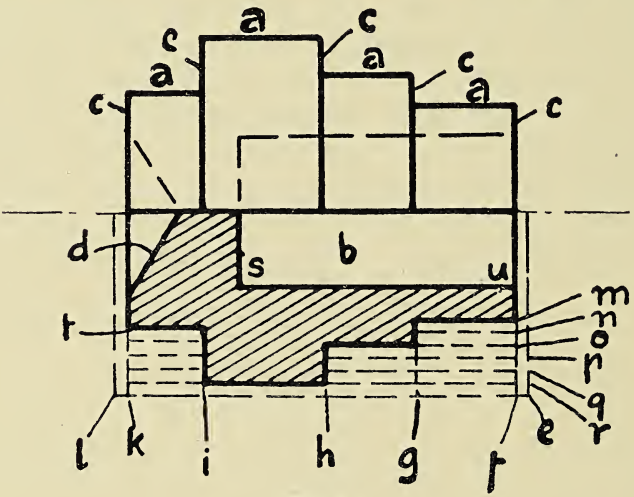


Fig. 1.

munition übernommen, der die Herstellung von etwa 40 000 Einzelteilen erforderlich machte. Diese Teile waren sämtlich Rotationskörper ähnlicher Art, wie der in Fig. 1, oben in

Ansicht, unten im Schnitt dargestellte, deren äußere Begrenzung durch Zylindermäntel *a*, Kreisflächen *b*, Kreisringflächen *c* und Kegelmäntel *d* gebildet wurde. Für die Einhaltung der vorgeschriebenen Zylinderdurchmesser- bezw. Zylinderlängenmaße war eine Toleranz von nur ± 0,1 mm zugelassen, d. h. Körper, deren Einzelmaße um mehr als 0,01 mm nach oben oder unten von dem verlangten Sollmaß abwichen, wurden von der Prüfungsstelle als unbrauchbar verworfen. Zur Herstellung der Rotationskörper dient die typische Maschine zur Anfertigung „drehrunder" Gegenstände, die Drehbank. Um das Folgende besser verständ-

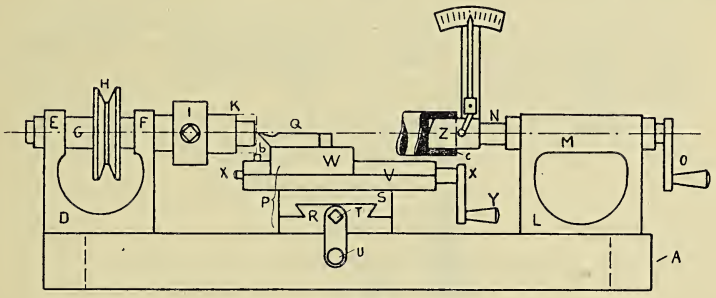


Fig. 2.

lich werden zu lassen, möge hier auf die Bauart und Arbeitsweise der Drehbank kurz eingegangen werden.

In Fig. 2 und 3 stellt *A* das Drehbankbett dar, bestehend aus den beiden parallelen Prismen *B* und *C*. Am linken Ende des Bettes ist der Spindelstock *D* festgeschraubt, ein Gußeisenkörper, in dessen beiden Lagern *E* und *F* sich die nur teilweise sichtbare Spindel *G* mittels eines um die Schnurscheibe *H* gelegten Riemens, von rechts gesehen entgegen dem Uhrzeigersinn, in Umdrehung versetzen läßt. Am rechten Ende trägt die Spindel das Spannfutter *I*, durch welches das zu bearbeitende Material *K* fest mit der Spindel verbunden werden kann. Der Spindelstock ist auf dem Bett so ausgerichtet, daß die mathematische Achse der Spindel parallel zu den Längskanten der Prismen *B* und *C* liegt. Am rechten

Ende des Bettes befindet sich der Reitstock *L*, in dessen oberem Teil *M* sich mittels einer durch die Kurbel *O* zu drehenden Schraube (nicht sichtbar) die zylindrische Pinole *N* parallel zu sich selbst nach rechts oder links verschieben läßt, sodaß ihre Achse stets mit der verlängerten Drehachse der Spindel zusammenfällt. Der ganze Reitstock kann auf dem Bette in dessen Längsrichtung verschoben werden.

Zwischen Spindelstock und Reitstock befindet sich der Kreuzsupport *P*, welcher das Werkzeug, den Drehstahl *Q*, trägt. Die prismatische Grundplatte *R* liegt auf den Horizontalflächen der Prismen *B* und *C* auf, so, daß die langen

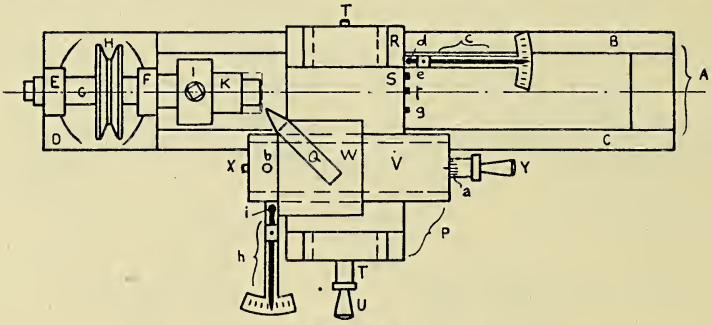


Fig. 3.

Kanten von *R* im Grundriß, Fig. 3, senkrecht zu den Längskanten von *B* und *C* stehen. Auf *R* läßt sich mittels der Schraubenspindel *T* mit der Kurbel *U* die ebenfalls prismatische Platte *S* parallel zu sich selbst vor- und rückwärts bewegen. Auf *S* ist mit ihren Längskanten, im Grundriß senkrecht zu den Längskanten von *S* und *R*, also parallel zur Drehachse der Spindel, der prismatische Körper *V* befestigt, auf dem mittels der Schraubenspindel *X* mit der Kurbel *Y* der ebenfalls prismatische Teil *W* nach rechts oder links bewegt werden kann. Durch Drehen der sog. Langspindel *X* wird das auf *W* befestigte Werkzeug *Q* parallel der Drehachse der Spindel *G* bewegt und erzeugt, wenn es gegen das rotierende Werkstück *K* geführt wird, einen

Zylindermantel an demselben, dessen Länge gleich der Verschiebung von *W* ist. Die Drehung der sog. Planspindel *T* bewegt das Werkzeug senkrecht zur Drehachse und erzeugt an dem Werkstück eine zur Drehachse senkrechte ebene Kreisring- oder Kreisfläche, letzteres in dem Falle, daß die Spitze des Werkzeuges bis zur Drehachse vorgeschoben wird. Das Werkzeug ist auf *W* so befestigt, daß seine Spitze in der Höhe der Drehachse liegt. Verdreht man *V* gegen *S* um einen bestimmten Winkel im Grundriß, so entstehen durch Drehen von *Y* am Werkstück Kegelmäntel. Setzt man in die Reitstockpinole *N* einen Bohrer *Z* ein, dessen Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser des Werkstückes, so wird dieser Bohrer bei seinem Vorschub nach links im Werkstück ein zylindrisches Loch ausarbeiten.

Die Herstellung von Körpern der in Fig. 1 dargestellten Art ist nach dem Vorstehenden leicht verständlich. Zur Einhaltung der Längen der Zylindermäntel *a* hat man von einer Anfangslage aus, in der die Spitze von *Q* das Arbeitsstück noch nicht berührt, nur mittels der Langspindel *X* das Werkzeug um die verlangten Längen der Zylindermäntel gegen das Werkstück vorzuschieben. Die Durchmesser der Zylinder erhält man durch Vorschieben des Werkzeuges mittels der Planspindel *T* bis auf eine Entfernung der schneidenden Spitze des Werkzeuges von der Drehaxe, welche gleich dem halben Durchmesser des herzustellenden Cylinders ist. Bei Herstellung identischer Körper in größeren Mengen wären nur die entsprechenden Verschiebungen des Werkzeuges mittels der beiden Supportspindeln immer in dieselbe Endstellung auszuführen. Man könnte versuchen, die Schraubenspindeln mit einer Teiltrommel zu versehen, wie dies bei *a* Fig. 3 angedeutet ist und hiermit die Einstellung zu bewirken. Dies ist hauptsächlich deshalb untunlich, weil die Supportspindeln als Bewegungsschrauben stark beansprucht werden und infolgedessen „toten Gang“ haben, also als Meßschrauben erfahrungsgemäß ungeeignet sind. Auch eine Begrenzung der

Bewegung des Werkzeuges durch einen festen Anschlagstift *b*, Fig. 2 und 3, der in diesem Falle den Weg von *W* begrenzen würde, ist nicht brauchbar, da die hohe Übersetzung der Schraubenspindel ein Gegendrücken von *W* an *b* mit großer Kraft ermöglicht, also bald Abnutzung an der Berührungsstelle herbeiführen würde. Zudem werden an einem solchen festen Anschlag erfahrungsgemäß kleine Spänchen festgehalten und machen die Einstellung fehlerhaft. Auf Grund dieser Betrachtungen wurde beschlossen, die bei der Einstellung sich bewegenden Teile *S* und *W* des Kreuzsupports auf den kurzen Arm eines Hebels drücken zu lassen, dessen langer Arm über einer Skala spielt, an welcher die Größe der

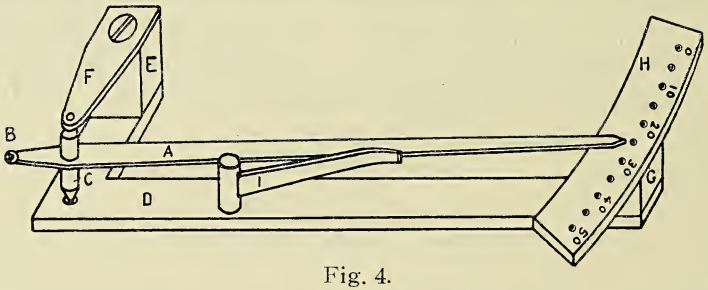


Fig. 4.

Bewegungen beobachtet werden kann. Dies Verfahren verlangt nur die Übertragung der ganz geringen Kraft, welche zur Bewegung des Hebels notwendig ist und bietet noch den Vorteil, die Bewegung des Werkzeuges vergrößert sichtbar zu machen, was die Sicherheit des Arbeitens erheblich erhöht. Man erkennt, daß diese Anordnung auf den bekannten Fühlhebel zur Messung kleiner Längen, bezw. Bewegungen zurückgreift. Für den vorliegenden Zweck wurden solche Fühlhebel in besonderer Ausführung hergestellt. In Fig. 4 zeigt *A* den ungleicharmigen Hebel, der am langen Arm in eine Zeigerspitze ausläuft und am kurzen Arm eine gehärtete Stahlkugel *B* trägt, welche sich mit sehr geringer Reibung gegen den sich bewegenden Teil des Supportes anlegt. Infolgedessen tritt keine störende Abnützung auf. Durch den Hebel ist die

Axe *C* mit gehärteten kegelförmigen Spitzen an beiden Enden hindurchgesteckt. Die untere Spitze ist gelagert in einer konischen Vertiefung der Grundplatte *D* des Fühlhebels, die obere in einer gleichen Vertiefung der stählernen Blattfeder *F*, welche auf dem an der Grundplatte sitzenden Klötzchen *E* festgeschraubt ist. Die Blattfeder drückt mit einem mäßigen Druck axial auf die Axe *C*, sodaß toter Gang in den Lagern durch Abnutzung nicht entstehen kann. Eine passend angreifende Blattfeder *L* oder eine an *C* angebrachte Torsionsfeder mit entsprechendem Drehsinn sorgen dafür, daß die Kugel *B* an dem sich bewegenden Supportteil immer sicher anliegt. Eine auf der Grundplatte sitzende Erhöhung *G* trägt die Skala *H*. Das Verhältnis des kurzen zum langen Hebelarm war 1:15, man konnte, da an der Skala 0,5 mm noch gut ablesbar war, leicht eine Einstellgenauigkeit von 0,033 mm erreichen. Grundsätzlich brauchte die Skala nur einen Indexstrich erhalten. Um jedoch beim erstmaligen Einstellen des Werkzeuges, sowie beim Auswechseln nicht gezwungen zu sein, den Zeiger des Fühlhebels immer in ziemlich unbequemer Weise auf den Indexstrich einzustellen und um auch zwei nahe beinanderliegende Einstellungen an ein und demselben Fühlhebel zu ermöglichen, wurde eine Skala von etwa 20 ° Umfang angebracht, welche jedoch nicht notwendigerweise isometrisch zu sein braucht und auch keine bestimmte Teilungseinheit haben muß. Es wurde daher meist nicht auf Koinzidenz der Zeigerspitze mit einem Indexstrich, sondern auf bestimmte Zahlen der Skala eingestellt.

Aus der Grundrißfigur 3 ist die Art der Anbringung der Fühlhebel am Kreuzsupport ersichtlich. Von den beiden unteren Supportprismen trägt das feststehende Prisma *R* die Grundplatte *c* des Fühlhebels samt Lagerung und Skala. Das bewegliche Prisma *S* trägt einen Stift *e*, welcher an der Kugel *d* am kurzen Hebelarm des Fühlhebels zur Anlage kommen kann. In gleicher Weise trägt von den beiden oberen Supportprismen das gegen *S* feststehende Prisma *V* die Fühlhebel-

grundplatte *h*, während das bewegliche Prisma die Kugel *i* berühren kann. Am Fühlhebel *c* werden demnach die Cylinderdurchmesser, am Fühlhebel *h* die Cylinderlängen eingestellt.

Die Herstellung eines Körpers nach Fig. 1 verläuft nunmehr folgendermaßen. Die Arbeitsstücke, welche in Durchmesser und Länge etwas größer sein müssen als die entsprechenden Maximalmaße des fertigen Körpers, sind ungefähr auf gleiche Länge von einer runden Metallstange abgeschnitten und werden gegen einen Anschlag in das Spindelfutter *J* eingespannt, sodaß das freie Ende ohne weiteres immer an derselben Stelle des Raumes liegt. Sie sind alsdann außerdem infolge der Bauart des Futters *J* bereits annähernd so eingespannt, daß ihre Axe mit der Spindelaxe zusammenfällt. Nehmen wir an, in Fig. 1 sei die innere Bohrung *b* des fertigen Stückes noch nicht gebohrt, so beginnt die Bearbeitung mit der vorderen Stirnfläche bei *f*. Es wird mittels der Langspindel *x* das Werkzeug, welches vorläufig das umlaufende Werkstück noch nicht berührt, auf den Punkt *f* eingestellt, für den bei der erstmaligen Einrichtung der Drehbank die zugehörige Zahl an der Skala des Fühlhebels *h* ermittelt ist und nun durch Drehen der Planspindel die Werkzeugspitze von *f* senkrecht zur Drehaxe bis zu dieser hin bewegt. Dabei schneidet das Werkzeug das Scheibchen von der Dicke *f . . e* weg und erzeugt die durch *f* gehende Planfläche am Werkstück. Hierbei wurde nur der Fühlhebel *h* (Fig. 3) benutzt. Um die Cylinderfläche von *g* bis *f* mit einem dem Punkte *m* entsprechenden Durchmesser zu erhalten, könnte man versucht sein, die Werkzeugspitze sogleich auf einen Skalenwert entsprechend dem Punkte *m* mittels der Planspindel *T* am Fühlhebel *c* einzustellen und dann mittels der Langspindel *X* die Werkzeugspitze von *f* auf den Punkt *g* zu bringen, indem man auf dem Fühlhebel *h* die zu *g* gehörige vorher ermittelte Zahl einstellt. Dies ist jedoch in dem vorliegenden Falle nicht möglich, da die Differenz der Durch-

messer des Rohmaterials und des fertigen Stückes, das heißt, die wegzuschaffende Materialmenge zu groß wäre. Das wegzuarbeitende Material ist ein Cylinderring von beträchtlicher Dicke, der in mehrere (in der Figur 1, in 6) Cylinderringe von geringerer radialer Stärke zu zerlegen ist. Man merkt sich für diese einzelnen Stellungen *r, q, p, o, n* die ungefähren Angaben des Fühlhebels *c*, stellt zuerst *r* mittels der Planspindel *T* ein, läßt die Planspindel unberührt, und verschiebt mit der Langspindel *X* das Werkzeug von *f* bis *g*, zieht das Werkzeug mit der Langspindel über *f* hinaus zurück, stellt mit der Planspindel auf *q* ein, geht mit der Langspindel von *f* bis *g* und wieder zurück und so fort, wobei jedesmal ein Cylinderring von der Länge *f*—*g* und der radialen Stärke gleich der Differenz zweier aufeinanderfolgender Planspindeleinstellungen weggenommen wird. Brauchten die Einstellungen *r, q, p, o* und *n* nur annähernd eingehalten zu werden, da es sich ja nur um stufenweise Wegschaffung von Material mit vom Fall zu Fall annähernd gleichem Kraftaufwand handelte, so ist die Einstellung auf *m* genau auszuführen, da sie ja den verlangten Cylinderdurchmesser am fertigen Stück liefert. Entsprechend wird der Cylinder von *g* bis *h* in 4 Stufen mit den Einstellungen *r, q, p* und *o* an der Planspindel und der Einstellung bis *h* an der Langspindel fertiggestellt, wobei *o* genau einzustellen ist. Der Cylinder von *h* bis *i* wird mit einer genauen Einstellung des Fühlhebels *c* mittels der Planspindel auf den verlangten Durchmesser und vermittels der Langspindel mit Einstellung auf dem Fühlhebel *h* auf die erforderliche Länge gebracht. Sollten die Durchmesserdifferenzen und damit die Verschiebungen der beweglichen Prismen *S* und *W* so groß sein, daß die Zeigerspitze des Fühlhebels die Skale überschreitet, so macht man den an *S* eingeschraubten Stift *e*, der die Kugel am kurzen Fühlhebelarm betätigt, so kurz, daß der Fühlhebel *c* für den größten Durchmesser des Werkstücks gerade noch einen Wert am Ende der Skala angibt, dann infolge Abgleitens der Kugel

vom Stift *e* durch den Druck der Blatt- oder Torsionsfeder auf *o* zurückkehrt und dann durch einen zweiten Stift *f* für den nächsten Durchmesser eingestellt wird, wieder durch Abgleiten auf Null zurückkehrt und durch einen dritten Stift für einen dritten Durchmesser eingestellt werden kann. Dasselbe Verfahren ist naturgemäß auch für die Langspindel anwendbar. Dieses Beispiel ist zugleich ein Beweis für die große Anpassungsfähigkeit des Fühlhebels an die Erfordernisse der Drehbankarbeit.

An dem in Fig. 1 dargestellten Arbeitsstück ist nun noch das zentrale Loch mit der Tiefe *u* bis *s* zu bohren. Zu diesem Zweck wird in der Reitstockspindel *N* Fig. 2 rechts ein den verlangten Lochdurchmesser genau ergebender Bohrer *Z* zentral eingesetzt. Auf dem Bohrer sitzt die Grundplatte des Fühlhebels. Dringt der Bohrer durch Vorschieben der Pinole infolge Drehens der Kurbel *O* in das rotierende Werkstück immer weiter ein, so wird sich bei einer bestimmten erreichten Tiefe die Kugel des kurzen Fühlhebelarms an die am vorderen Ende des Arbeitsstückes entstandene Kreisringfläche *c* anlegen und den Fühlhebel zum Ausschlag bringen. Der der richtigen Lochtiefe entsprechende Ausschlag wird durch einen Vorversuch ermittelt. Nach Fertigstellung der rechten Seite wird das Arbeitsstück ausgespannt, mit der unbearbeiteten Seite nach rechts von neuem eingespannt und nun nach dem vorher beschriebenen Verfahren die Stirnfläche durch Wegdrehen des Scheibchens von der Dicke *l* bis *k* hergestellt, alsdann in 5 Stufen der Cylinder *i* bis *k* mit Planspindeleinstellung genau bis zum Punkte *t* hergestellt. Der Innenkegel bei *d* wird dadurch angearbeitet, daß *V* gegen *S* im Grundriß (Fig. 2 u. 3) so gedreht wird, daß die Langspindel *x* in die Richtung der Seitenlinie des Kegels fällt. Wird die Langspindel gedreht, während die Werkzeugspitze gerade auf dem Basiskreis des Kegels steht, so dringt das Werkzeug in das rotierende Werkstück ein und erzeugt den Kegelmantel in einem Zuge, wobei mit dem weiteren Ein-

dringen Späne von wachsender Breite abgelöst werden müssen, was nach früher Gesagtem unzulässig ist. Man bringt daher die Werkzeugspitze zuerst ziemlich nahe an die Drehaxe heran vermittels der Planspindel, arbeitet einen kleinen Kegel durch Vorschieben des Werkzeuges mittels der Langspindel gerade bis zur Drehaxe aus, stellt durch Entfernen des Werkzeuges von der Drehaxe mittels der Planspindel einen etwas größeren Kegeldurchmesser ein und so fort, bis ein vorher ermittelter Ausschlag des Fühlhebels *c* den richtigen Basisdurchmesser des Kegels und damit auch die verlangte genaue Lage der Kegelspitze auf der Axe des Körpers gegen die Endflächen ergibt.

Die Anwendbarkeit des Fühlhebels bei Arbeiten an der Drehbank ist hiermit noch nicht erschöpft. Spannt man beispielsweise einen Rotationskörper in das Futter *z* ein, so kann man untersuchen, ob die Axe des Körpers mit der Axe der Spindel zusammenfällt, d. h. daß der Körper „zentrisch läuft", indem man die Kugel eines Fühlhebels mit dem Rotationskörper in Berührung bringt, derart, daß der Hebel in seiner Längsrichtung tangential zum Rotationskörper steht. Dann bleibt der Zeiger nur in Ruhe, wenn der Rotationskörper genau rund ist und seine Axe mit der Spindelaxe zusammenfällt. Verfeinern läßt sich diese Methode, indem man, statt der Zeigerablesung sich zu bedienen, auf dem Hebel eine empfindliche Libelle anbringt und deren Einspielen beobachtet, wobei der Hebel annähernd horizontal angebracht werden muß. Auch an der Hobel- und Fräsemaschine sind die vorbeschriebenen Verfahren mit Vorteil anwendbar. Die Verwendung des Fühlhebels zur präzisen Schnelleinstellung von Werkzeugen, die, soweit dem Verfasser bekannt, in dieser Form noch nicht benutzt wurde, hat sich im Dauerbetriebe in der Werkstätte des Instituts durchaus bewährt. Ausgearbeitet wurde die Methode vom Verfasser unter praktischer Mithülfe des Institutsmechanikers Herrn Paul Görs.

In der Wahlsitzung wird Herr Dr. med. Katsch zum außerordentlichen Mitglied gewählt.

Aus der Vorstandswahl ergab sich folgende Zusammensetzung des Vorstandes: Vorsitzender: Geh.-Rat F. Richarz; engerer Ausschuß: Stellvertretender Vorsitzender: Geh.-Rat E. Korschelt; ferner Geh.-Rat E. Schmidt und Geh.-Rat F. Tuczek als Beisitzer. Herr F. A. Schulze erklärt sich bereit, vertretungsweise die Geschäfte des im Felde stehenden Schriftführers Herrn Thiel, sowie des Kassenführers zu führen.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 2 Juli 1918

In der Sitzung vom 10. Juli hielt Herr R. Wedekind den Vortrag:

Beiträge zur progressiven Entwicklung der Organismen.

Mit 12 Textfiguren.

I. Vorbemerkungen.

Eine moderne Paläontologie kann sich nicht damit begnügen, Fossilien eingehend und genau zu beschreiben, was ja höchst verdienstvoll sein kann, oder zu untersuchen, ob ein vor 50 Jahren aufgestellter Name einem vor 10 Jahren gewählten Namen vorzuziehen ist. Sie wird sich vielmehr ihr wertvollstes Rüstzeug, das sind die ihr zur Verfügung stehenden ungeheuren Zeitspannen, dienstbar machen müssen und untersuchen, wie und in welcher Weise sich die Organismen umgeformt haben. Die Paläontologie ist freilich nicht in der Lage, den gesamten Zusammenhang der Tierwelt zu erfassen, sie muss sich vielmehr damit begnügen, die Veränderungen zu studieren, die kleinere sicher zusammengehörige Gruppen von Organismen im Laufe der geologischen Zeiten erfahren haben sowohl im Bau wie in der Lebensweise.

Die Veränderungen der Organismen sind entweder stetige (erbliche) oder unstetige (nicht erbliche), sie sind also genotypische oder phänotypische. Der Entwicklungs-

gang in der Zeit bedingt durch stetige Veränderungen führt zu einer fortschreitenden Komplizierung der Organismen. Die einzelnen Veränderungen stehen also nicht für sich allein da, sie sind vielmehr kausal miteinander verknüpft. Diesen kausalen Zusammenhang bezeichne ich mit O. Hertwig als Progression und die Entwicklung als eine progressive.

Eine stetige Veränderung ist möglich durch Umbildung schon vorhandener Baustücke der Organismen (Transformation) oder durch Hinzufügung neuer Baustücke zu schon vorhandenen (Adordination). Die Adordination führt zu aneinander gekoppelten Baustücken, die mit Dürken (1918) als koordiniert bezeichnet werden können.

Die stetigen Veränderungen sind entweder labil, d. h. nicht gerichtet oder stabil. Im letzten Falle schreitet die Veränderung in bestimmten Bahnen vorwärts, sie ist dabei entweder positiv (Progression s. str.), negativ (Regression) oder exzessiv (z. B. Elephantidae). Besonders wichtig ist dann noch die eigenartige Erscheinung, die ich als pseudospontane Progression bezeichnen möchte. Ihr Wesen besteht darin, daß innerhalb einer Progressionsreihe ein Charakter, der normal und vollständig erst wesentlich später auftritt, gleichsam in voreiliger Entwicklung bei den älteren Formen der Progressionsreihe in Erscheinung tritt.

Die bestimmt gerichtete Entwicklung hat keineswegs etwas mystisches in sich. Nur dem rückschauenden Betrachter erscheint sie wie die hohe Entwicklung unserer Technik bestimmt gerichtet. Auf Grund zahlreicher und sehr verschiedenartiger Versuche (labile Entwicklung oder Entfaltung) suchte man vorwärts zu kommen. Manche Versuche führten in eine Sackgasse (exzessive Entwicklung), während andere zu einem brauchbaren Ziele führten (progressive Entwicklung). Wenn endlich bei einer Vollkommenheit des Erreichten unglückliche und unpraktische Neuerungen eingeführt werden, so bedeutet das einen Rückschritt (nega-

tive Progression oder Regression). Außerdem zeigt es sich zuweilen, daß ein genialer Erfinder Dinge ahnt oder ausprobiert, die erst viel später bei einem höheren und fortgeschritteneren Zustande der Technik tatsächlich ausgeführt werden können, was unserer pseudospontanen Entwicklung vergleichbar wäre.[1])

II. Über den Schalenbau der Gastropoden.

Untersuchungen, die ich vor einigen Jahren über den Bau der Spindel fossiler und rezenter Gastropoden begonnen habe, haben gezeigt, daß der Bau der Gastropodenschale ein sehr mannigfaltiger und zum Teil außerordentlich komplizierter ist. Da auf diesem Gebiete bisher nennenswerte Vorarbeiten nicht vorhanden sind, ist es noch nicht wie bei den Ammonoidea möglich, schon jetzt alle Beziehungen, die zwischen den verschiedenen Bautypen bestehen, klarzulegen. Bei der großen Bedeutung dieses Gegenstandes für die Paläontologie gebe ich hier einen kurzen Überblick über meine bisherigen Untersuchungen, in dem ich mich dabei bemühen werde, auf die Zusammenhänge, die vorhanden sind, hinzuweisen.

1. *Die Schalenstruktur der Gastropoden.*

Als Vorbemerkungen der später folgenden Ausführungen seien hier zunächst einige orientierende Daten über die Schalenstruktur mariner Gastropoden eingeschaltet:

Die Schale der älteren resp. primitiveren Gastropoden besteht aus folgenden Schichten:

1. der (äußeren) Epidermisschicht, die besonders bei Brakwasserformen eine größere Bedeutung gewinnt;
2. der Faserschicht (Porzellanschicht), die aus gleichgerichteten senkrecht zur Schalenoberfläche stehenden Fasern oder Prismen resp. Fibrillen aufgebaut ist. Sie ist meist von größerer Dicke;

1) Vergleiche auch das Altklugsein der Kinder.

3. der Perlmutterschicht, die aus sehr feinen, dünnen, wellig gebogenen Lamellen besteht, welche parallel zur Schalenoberfläche orientiert sind. Ihre Dicke ist sehr verschieden;
4. dem Hypostrakum, das die dünnwandigen Jugendwindungen innen flächenhaft versteift.

Die Schale der höher stehenden Prosobranchier — namentlich der durch Kanal ausgezeichneten Formen — ist von wesentlich anderer Struktur. Sie besteht aus folgenden Schichten:

1. der (äußeren) Epidermisschicht;
2. der äußeren, mittleren und inneren Bänderschicht. Die sehr feinen Fibrillen setzen kleine Blätter derart zusammen, daß die Blätter derselben Bänderschicht parallel neben einander liegen, die Fibrillen zweier nebeneinander liegenden Blätter sich unter rechtem Winkel kreuzen. Die Blätter der verschiedenen Bänderschichten bilden ebenfalls einen Winkel von 90° miteinander;
3. dem Hypostrakum.

Dazu kommt bei beiden Strukturtypen eine weitere dem Hypostrakum ähnliche Schicht, die hier provisorisch als Füllmasse bezeichnet werden mag. Sie füllt nicht mehr bewohnte Hohlräume aus und ersetzt resorbierte Schalenteile. Sie ist in ihrer Struktur und Entstehung bisher nicht genau untersucht.

Die Umwandlung der Schalenstruktur der marinen Gastropoden ist ein durchaus progressiver Vorgang, der eine immer größere Widerstandsfähigkeit erzeugt.

2. Der Bau der Spindel bei Gastropoden.

Die Molusken haben eine auch einheitlich angelegte Schale, die in ihrer ursprünglichen Form einem Kegel zu vergleichen ist, Dieser Kegel ist wiederum um eine Achse in einer Ebene, also symmetrisch aufgerollt und zwar exogastrisch, sodaß also die Ventralseite die Außenseite bildet. Das ist sowohl bei den Tetrabranchiern unter den Cephalopoden wie bei Prosobranchiern der Fall. Bei den Gastropoden ist diese Aufrollung mit der Torsion,[1]) bei den Cephalopoden nie mit Torsion verbunden. Aus dieser symmetrisch aufgerollten Schale geht die asymmetrisch in der

1) Die Torsion besteht in einer Drehung der Schale mit dem Eingeweidesack zum Kopffuß im Halsabschnitt um 180°.

Korkzieherspirale aufgerollte Schale hervor, indem die Aufrollungsebene kontinuierlich auf der Aufrollungsachse nach einer Seite hin verschoben wird. Dieser Vorgang ist sowohl bei Gastropoden wie bei Cephalopoden der gleiche, indessen herrscht die symmetrische Aufrollung bei Cephalopoden, die asymmetrische bei Gastropoden vor.

Wir gehen bei dem Begriffe der „Spindel“ [1]) von der Grundform des Gehäuses aus und verstehen unter der Spindel die Summe derjenigen Wände der Röhre, die der Aufrollungsachse zugewandt sind. Die Spindel wird also von den spiralen Schalenwänden gebildet, die, zwischen den Nähten oder Suturen gelegen, in weiter oder größerer Entfernung um die ideale Aufrollungsachse herumlaufen. Ist ihre Entfernung von der Aufrollungsachse gleich null, so ist um die Aufrollungsachse herum ein Hohlraum nicht vorhanden. In diesem Falle ist die Spindel eine Vollspindel, im ersteren eine Hohlspindel. Ist die Aufrollung eine symmetrische, so sind die Spindelbildungen paarig, im anderen Falle unpaar. Wenn man aber den Winkel, den der Hohlkegel einer Hohlspindel bildet, als den Spindelwinkel bezeichnet, so kann man auch streng genommen sagen, daß bei asymmetrischer Aufrollung der eine Spindelwinkel größer als 180^0 ist. Bei der Kontinuität des gesamten Vorganges dürfte das das exaktere sein.

---

1) Philippi (Handbuch der Konchyologie etc. S. 58) schreibt: „In dem zweiten Fall berühren sich die Windungen dergestalt, daß die Achse des Gehäuses eine Art gedrehter Säule darstellt, welche entsteht, indem die verschiedenen Windungen hier miteinander verwachsen sind, wie man sehr schön sieht, wenn man eine in diese Abteilung gehörige Konchylie aufsägt oder aufschleift. Man nennt daher diesen Teil im eigentlichen Sinne des Wortes columella, Säulchen, Spindel, engl. pillar. Häufig versteht man unter diesem Ausdruck aber auch denjenigen Teil der Mündung, welcher, mehr oder weniger vollständig, der Achse entspricht.“ Man vergleiche hierzu die Anmerkung Seite 30 und insbesondere den Begriff umbilicus verus.

Bei dieser Definition wird auch der höchst ungeschickte Begriff Nabel[1]) eingeschränkt. Das kann, bei der großen Verwirrung, den dieser Begriff in der konchyologisch-paläontologischen Literatur hervorgerufen hat, nur von Vorteil sein. In der ursprünglichsten Form hat man wohl unter Nabel ganz allgemein eine Einsenkung in der Richtung der Aufrollungsachse bezeichnet. Man hat darunter dann namentlich unsere Hohlspindel verstanden, die aber doch nicht wesentlich von der Vollspindel verschieden ist, und daher auch die gleiche Bezeichnung Spindel erhalten muß. Wenn eine etwa vorhandene kallöse Ausfüllung der Hohlspindel in der Mitte eine Eindellung zeigt, so ist auch hier der Begriff Nabel angewandt. Zuweilen zeigt der bei Ammonoidea zwischen zwei Nähten gelegene Teil der Spindelwand durch eine Kante oder Umbiegung eine Teilung in zwei Flächen. Auch auf eine derselben hat man die Bezeichnung Nabelwand angewendet, obwohl dieser Begriff auch nach der alten Definition der gesamten Fläche zukommt. Will man den Begriff Nabel beibehalten, was aus verschiedenen Gründen empfehlenswert erscheint, so sollte man damit nur den Hohlraum einer Hohlspindel bezeichnen, aber nicht von Nabelwänden sprechen, weil dadurch der Anschein erweckt wird, als ob die Wände der Hohlspindel verschieden von denen der Vollspindel seien.

Untersucht man von dieser Definition aus die ent-

---

1) R. A. Philippi (Handbuch der Konchyologie etc. S. 60) sagt: „Im Zentrum der Grundfläche findet sich bei vielen Gehäusen eine eigentümliche Ablagerung von Kalkmasse wie eine Schwiele, Nabelschwiele, callus umbilicalis (ein Hauptkennzeichen bei Globulus und Rotella), und dann heißt sie natürlich schwielig, callosa; häufig zeigt sich ein sogenannter Nabel, umbilicus, eine trichterförmige weitere oder engere Vertiefung. Als echten Nabel, u. verus, kann man diejenige Vertiefung bezeichnen, die bis zur Spitze durchgeht, z. B. bei Trochus umbilicaris L., als unechten Nabel, u. spurius, eine jede nabelähnliche Vertiefung, die dies nicht tut . . . . . .“ usw.

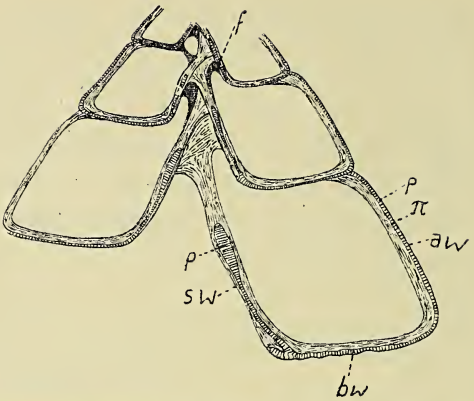
sprechenden Bildungen, so ergeben sich bei Gastropoden interessante Gesichtspunkte, die insbesondere systematisch zu verwenden sind, während die gleichen Bildungen bei Cephalopoden höchst eintönig erscheinen. Da sich erwarten läßt, daß bei einfacher und bei komplizierter Mündung wesentliche Unterschiede hervortreten, soll hier die Spindel der holostomen und siphonostomen Gastropoden gesondert betrachtet werden.

3. Über den Bau der Spindel bei holostomen Prosobranchiern.

a) Trochidae.

Die Euomphalidae gehen kontinuierlich in die Turbinidae über. Das zunächst nahezu symmetrisch aufgerollte Gehäuse nimmt durch Heraustreten des Gewindes immer mehr die Form der eigentlichen Schneckenspirale an. Dadurch geht die Doppelspindel in eine (einseitige) Hohlspindel und dann bei Turbo in eine Vollspindel über. Den Turbinidae schließen sich unmittelbar die älteren Astraliidae an, die von den Turbinidae durch das scharfe Zurückspringen der Anwachsstreifen unterschieden sind. An die Turbinidae resp. Astraliidae schließen wiederum die Trochidae an — mit scharf zurückspringenden Anwachsstreifen und hornigem Deckel. Die Trochidae zeigen sehr auffällige Komplikationen, die zunächst an einigen Beispielen dargestellt werden sollen.

Als Ausgangspunkt mag die Gattung Infundibulum dienen (Figur 1). Die Spindelwände (*sw*) von Infundibulum zeigen ein recht eigentümliches Verhalten dadurch, daß die Porzellanschale (*p*) sich an der Stelle, wo die Basalwand in die Spindelwand umbiegt, knopfartig verdickt. Von dieser Stelle ab ist die Porzellanschale in der Spindelwand *(sw)* zunächst von geringerer Stärke, um darauf wieder dicker zu werden. Dieser gesamte Teil der Porzellanschale ist außerdem innen und außen von Perlmutterschale *(π)* umgeben.

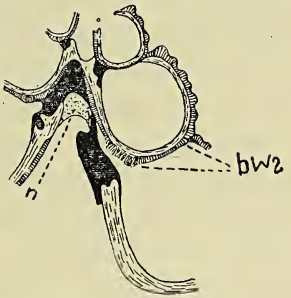


Figur 1. *Längsschnitt durch das Gehäuse eines Infundibulum. SW* = Spindelwand, *aw* = Außenwand, *bw* = Basalwand, *p* = Porzellanschale, *π* = Perlmutterschale, *f* = Füllmasse.

Die so gebauten Spindelwände der einzelnen Windungen gehen nicht, wie das sonst bei Gastropoden der Fall ist, kontinuierlich ineinander über, sondern konvergieren gegeneinander, indem sie dabei tief in den Hohlraum der Hohlspindel eingreifen, sodaß der Hohlraum der Hohlspindel im Längsschnitt in mehrere Abschnitte zerfällt. Hohlspindeln dieser Art hat Philippi als falschen Nabel bezeichnet, ohne aber den wirklichen Bau zu erkennen. Von besonderer Bedeutung ist die in den Ecken ausgeschiedene Füllmasse (*f*), die in unseren Abbildungen immer schwarz wiedergegeben ist.

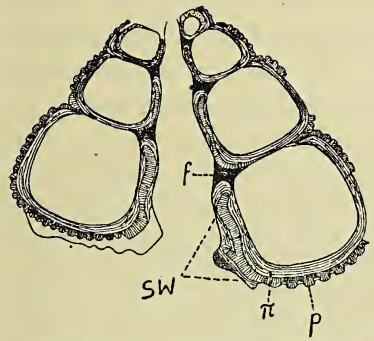
Wesentlich anders gestaltet sich das Bild bei Clanculus angulatus Eichw. aus dem jüngeren Tertiär, der zu Unrecht unter dem Namen Monodonta geht. Die noch stark konvergierenden Spindelwände des letzten Umganges sind durch Füllmasse an den mittleren Teil der Spindelwände des vorhergehenden Umganges angeschweißt. Damit wird aber auch eine weitere Verlängerung der Spindelwände über diesen Punkt hinaus nicht notwendig. Bei den rezenten Vertretern von Clanculus ist, wie unser Längsschnitt Figur 3 zeigt, die Spindelwand (*sw*) vollkommen ausgerichtet und bildet mit der der vorhergehenden Umgänge eine nahezu regelmäßige Hohlspindel. Indessen ist die Spindelwand auf dem

letzten Umgange unvollständig, da sie mit ihrem oberen Ende die Basalwand des vorhergehenden Umganges nicht erreicht. Hier wird also die Spindelwand der Hohlspindel während eines halben Umganges durch einen für die echten Trochinae (non Gibbulinae) äußerst charakteristischen Schlitzes

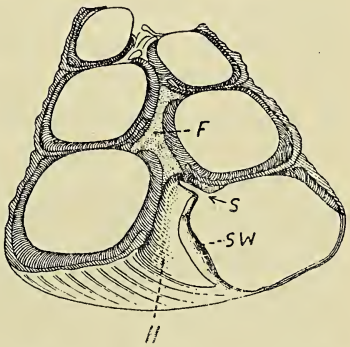


Figur 2. *Längsschnitt durch das Gehäuse von Clanculus angulatus Eichw, bw* = Basalwand des vorletzten Umganges.

unterbrochen.[1]) Dieser Schlitz wird auf den vorhergehenden Umgängen beim Weiterwachsen der Schale durch Füllmasse (*f*) ausgefüllt, wie das unsere Abbildung recht deutlich zeigt. Es ist beachtenswert, daß bei dem tertiären Clanculus angulatus die inneren Umgänge noch auffallend einem Infundibulum gleichen.



Figur 3. *Längsschnitt durch das Gehäuse eines rezenten Clanculus.*



Figur 4. *Längsschnitt durch das Gehäuse eines Trochus. H* = offene Hohlspindel, *F* = durch Füllmasse ausgefüllte Hohlspindel, *S* = Trochusschlitz.

[1]) Vergleiche Figur 4.

Trochus selbst besitzt einen Bau, der ganz dem von Clanculus entspricht. Auch hier tritt der „Trochusschlitz“ auf einem großen Teile des Schlußumganges sehr deutlich hervor (Figur 4). Auf den vorhergehenden Umgängen ist er deutlich durch Füllmasse geschlossen. Außerdem ist bei Trochus durch Vermehrung der Füllmasse weiterhin auch die gesamte Hohlspindel ausgefüllt. Diese Art der Hohlspindel kann als ausgefüllte und (durch den Trochusschlitz) unterbrochene Hohlspindel bezeichnet werden (Figur 4).

Trochus macht weiterhin den Bau einer Reihe von Monodonta-Arten verständlich, bei denen der Schlitz so vergrößert ist, daß die Spindelwand mehr oder weniger ganz fortfällt. Durch Füllmasse wird nunmehr eine vollständig „falsche Vollspindel“ hergestellt, wie das unsere Abbildung Figur 5 zeigt. Ich habe beiläufig bemerkt Trochidae kennen gelernt, die ähnlich Monodonta eine „falsche Hohlspindel“ besitzen.[1])

An Trochus selbst schließt Tectus an, bei dem die Spindelwand stark verkürzt und knopfartig verdickt ist.

Es liegt somit innerhalb der Trochidae eine interessante progressive Entwicklung vor, die ihren Ausdruck in der Umformuug der Spindelwand findet. Den Ausgangspunkt bilden Formen mit Vollspindel und intakter Spindelwand. Durch sekundäre Öffnung der Vollspindel, indem dabei die

---

1) Es sei hier nochmals bemerkt, daß bei den Trochidae mit Schlitz die Spindelwand außen und innen mit Perlmutterschale ausgekleidet ist, sodaß die ursprünglich außen gelegene Porzellanschale nach innen verlagert ist. Durch lokale Verdickung dieser innen gelegenen Reste der Porzellanschale können an der Mündung in verschiedener Zahl zahn- und leistenartige Verdickung entstehen, die bei den verschiedenen Typen der Spindel also auch bei verschiedensten Gattungen der Trochidae auftreten.

Die Trennung von Monodonta und Gibbula erscheint mir bei fossilen und rezenten Arten bisher nicht vollständig durchgeführt, da eine Reihe rezenter als Monodonta bezeichneter Arten den Schalenban von Gibbula besitzen. Es sind das namentlich kleinwüchsige Formen.

distalen Teile miteinander in Verbindung bleiben, werden die Verhältnisse von Infundibulum herbeigeführt. Der Entwicklungsgang führt wiederum zu einer Spindelbildung, die einer normalen Hohlspindel oder auch Vollspindel vergleichbar ist, indem die Spindelwände wieder ausgerichtet werden. Dabei entsteht der Trochusschlitz. Durch Anwachsen des Schlitzes und entsprechender Ausdehnung der Füllmasse entsteht die falsche Vollspindel von Monodonta.

Der zeitliche Gang dieser Entwicklung läßt sich zur Zeit noch nicht genauer übersehen. Im Paläozoikum sind echte Trochidae nicht vorhanden. Die aus dem Paläozoikum angeführten Formen gehören wohl zu den Astraliidae. Die jurassischen als Trochus bezeichneten Formen haben, wie man sich leicht durch Anschleifen überzeugen kann, einen wesentlich von Trochus verschiedenen Bau. Hier hat das Auftreten von zahnartigen Verdickungen vielfach zu falschen Bestimmungen Veranlassung gegeben. Formen dieser Art werden wohl besser als Calliostoma oder Präcalliostoma bezeichnet, ein Genus der Trochidae, das, soweit ich bisher beurteilen kann, recht primitive Charaktere bewahrt hat. In der Kreide sind echte Trochidae zweifellos vorhanden. Andererseits sind Clanculus-ähnliche Formen bereits aus der Trias beschrieben.

Danach würde die Entwicklung der Trochidae im Mesozoikum beginnen. Die Umwandlung ist eine so langsame, daß in der Jetztzeit noch sämtliche Stadien der Trochusspindel vorhanden sind. Die Trochidae haben sich wesentlich langsamer umgewandelt als die Ammonoidea, bei denen die verschiedenen aufeinanderfolgenden Stadien schnell einander abgelöst haben. Daher auch das ständige Nebeneinandervorkommen neuer und alter Gastropodentypen, was bei Ammonoidea nur ausnahmsweise der Fall ist.

b) Umbonium.

Die kleine geologisch und paläontologisch selbständige und alte Gruppe von Prosobranchiern, die sich an Um-

bonium anschließt, zeigt im Bau der Schale viel Ähnlichkeit mit manchen Trochinae. Die große Ausbreitung der Füllmasse, die hier ebenfalls in Verbindung mit einem Schlitz der Spindelwand auftritt, führt zur Bildung einer „Nabelschwiele". Von Bedeutung erscheint, daß Umbonium eine relativ weite und unterbrochene Hohlspindel besitzt, die also lediglich ausgefüllt ist. Die weitere Verfolgung dieser Beobachtung wird zu systematisch wichtigen Schlüssen führen. Der Bau der devonischen Umbonien ist von dem der rezenten nicht verschieden.

Innerhalb der gesamten Trochacea stellen sich die Umbonien wie Medlicottia innerhalb der Ammonoidea als eine pseudospontane Progression dar.

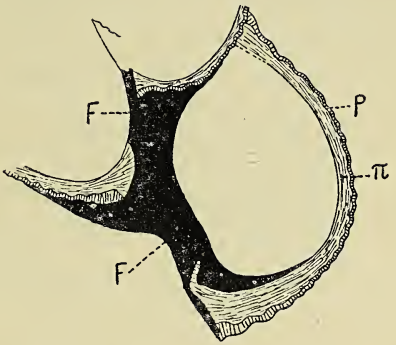
c) Neritidae.

Eine wesentlich abweichende und von der der Trochidae verschiedene Umwandlung zeigt die Familie der Neritidae. Während bei den Trochidae die gesamte Umformung an die Bildung eines falschen Nabels anschließt, geht sie hier von einer Resorbtion der inneren Windungen aus. Es hat den Anschein, als ob einer ungewöhnlichen Verdickung der Innenlippe eine Resorbtion der inneren Windungen entspricht, sodaß der Ausgangspunkt der Neritidae demnach in den Naticopsidae (= Neritopsidae Fischer) zu suchen wäre. Tatsächlich sind auch Resorbtionserscheinungen der inneren Windungen bei manchen Naticopsidae beobachtet worden.

Diese Resorbtion beginnt in der Spitze des Gehäuses, indem hier die Spindel- und Basalwände wohl chemisch aufgelöst werden. Dabei bleiben die Schalenwände der letzten Umgänge zunächst von der Resorbtion unberührt. Fälle dieser Art sind noch nicht hinreichend untersucht.

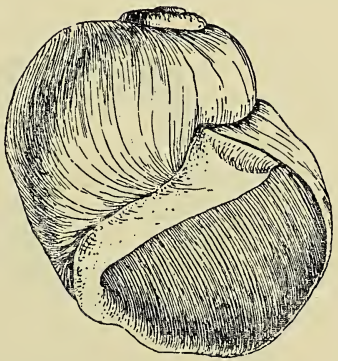
Bei der großen Menge der mesozoischen Formen ist die Resorbtion bis zum letzten Umgang fortgeschritten, indessen so, daß noch eine echte Innenlippe vorhanden ist, die einer

echten, zum größten Teil noch nicht resorbierten Basalwand des vorhergehenden Umganges aufliegt. Es ist hier nun von Wichtigkeit, daß ein Ersatz für die resorbierte Spindel nicht geschaffen wird. Als Beispiel kann die mesozoische Mesone-



Figur 5. *Längsschnitt durch das Gehäuse einer rezenten Monodonta. F* = Füllmasse der falschen Vollspindel.

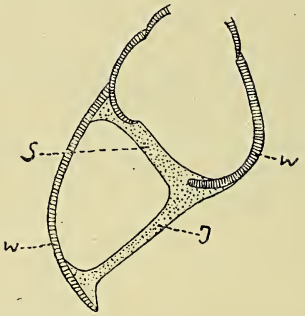
rita [1]) sinuosa aus dem oberen Jura Hannovers herangezogen werden. Durch eine stark abgeplattete Innenlippe und eine scharfe Kante auf dem hinteren Teile der Innenlippe ist Mesonerita n. g. von den triadischen Gattungen wie Neritaria Koken, Cryptonerita Kittl und Trachynerita Kittl unterschieden (Figur 6).



Figur 6. *Mesonerita sinuosa.* Oberer Jura von Hannover.

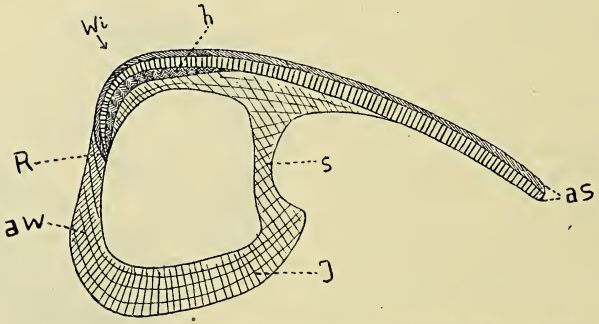
1) Die Aufstellung einer besonderen Gattung erweist sich für diese Formengruppe als notwendig.

Im vollen Gegensatz zu diesen älteren stehen die jüngeren Neritidae (Fig. 7). Bei Neritina und Nerita sind die gesamten inneren Schalenwände resorbiert. Auch die Innenlippe ist durch eine Schwiele ersetzt, die nun aber nicht mehr einer echten Basalwand aufliegt. Die Spindel selbst ist durch



Figur 7. *Längsschnitt durch das Gehäuse einer rezenten Nerita.* *w* = echte Schalenwände, *J* = neugebildete Innenlippe, *S* = Septum.

ein schräg zur Axe laufendes Septum (*s*) ersetzt, das in keiner Beziehung zu den Nähten steht. Hierin liegt der wesentliche Unterschied gegenüber den älteren Neritidae, bei denen ein Septum, d. i. ein Ersatz für die resorbierten Basalwände, fehlt.



Figur 8. *Schnitt durch das Gehäuse von Velates Schmideli Chem.* *Wi* = Wirbel, *R* = Resorptionsgrenze, *as* = äußere Schale, nicht resorbiert, *aw* = neugebildete äußere Schale, *J* = Innenlippe, *h* = Hypostrakum, *S* = Septum.

Bei Velates endlich greift die Resorbtion auch auf die Außenwände über, sodaß von diesen nur ein kleiner Teil übrig bleibt. Eine sehr kräftige basale Schwiele anstelle der Innenlippe, ein darauf senkrecht stehendes Septum anstelle der Spindel und eine neue kallöse Außenwand erscheinen als Neubildungen (Fig. 8). Woodward hat diese Verhältnisse bereits früher geschildert, sodaß ich bezüglich Einzelheiten auf dessen ausführliche Darstellung verweisen kann.

Insgesamt liegen bei den bisher geschilderten Formen folgende Progressionen vor:

1. Turbinidae: Aus der Hohlspindel wird eine normale Vollspindel. Anwachsstreifen einfach radial.
2. Trochidae: Die Vollspindel führt über einen „falschen Nabel" zu einer falschen Hohlspindel, zu einer ausgefüllten Hohlspindel und schließlich zu einer falschen Vollspindel.
3. Neritidae: Allmählich fortschreitende Resorbtion der inneren Windungen führt zu einem Ersatz der Spindel durch ein Septum und der Innenlippe, der Basal- und Außenwand durch eine Schwiele.

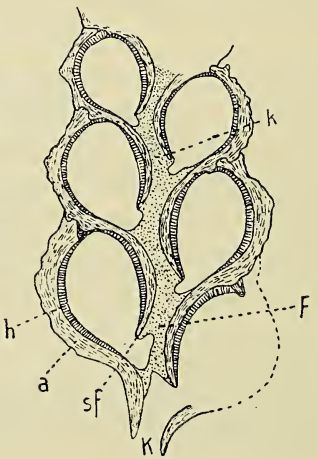
4. Über den Bau der Spindel bei siphonostomen Prosobranchiern.

Zwischen den Prosobranchiern mit holostomer und siphonostomer Mündung besteht ein wesentlich verschiedenes Verhalten darin, daß sich bei den siphonostomen Prosobranchiern auf der linken Körperseite ein Atemsipho herausbildet. Dem Sipho entspricht in der Fortsetzung eine kräftige Muskulatur, die zusammen mit der inneren Fortsetzung des Sipho eine merkliche wulstartige Ausbiegung der linken Körperseite hervorruft[1]). Wenn dort, wo der Sipho austritt,

1) Nach Untersuchung des rezenten Buccium undatum, von dem mir Herr Geheimrat Ehlers Material in entgegenkommendster Weise zur Verfügung stellte.

die Schale in Form einer Röhre ausgebogen ist, so bezeichnet man diese Bildung der Mündung als Kanal. Auf der Schale selbst ruft die innere wulstartige Fortsetzung des Sipho einen Schalenwulst hervor, der links dorsalwärts verläuft und hier als Dorsalwulst bezeichnet werden soll. Da der Sipho an der Austrittstelle aus dem Kanal in der Regel nach oben (dorsal) umgebogen ist, kann der Kanal noch weiterhin einen Ausschnitt oder Schlitz zeigen, dem wiederum eine Rückbiegung der Anwachsstreifen auf dem Dorsalwulst entspricht, die in ihrem gesamten Verlauf das „Schlitzband" bildet. Da nun die Fortsetzung des Sipho nach innen genau in die Richtung der Axe fällt, sind wiederum besondere Komplikationen an der Spindel zu erwarten, die hier bei der außergewöhnlichen Manigfaltigkeit der Erscheinungen — zumal mir auch die Weichteile selbst bisher nur in geringer Zahl vorliegen — trotz meiner vielen Präparate nur soweit besprochen werden sollen, wie es das Gesamtbild erfordert.

Es wird zur Zeit wohl allgemein angenommen, daß die Cerithien und die Nerineen den Beginn der Kanalbildung zeigen. In der Tat fehlt hier in der Regel der Ventralwulst. Einen tatsächlich primitiven Zustand zeigen indes nur die



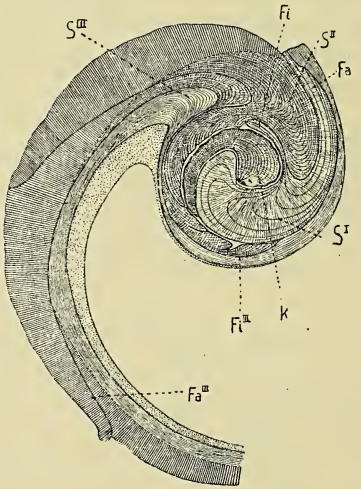
Figur 9. *Längsschnitt durch das Gehäuse von Cerithien.*
K = Kanal des Schlußumganges, Kanal der vorhergehenden Umgänge durch Füllmasse ausgefüllt, *sf* = Spindelfalte, *a* = Schale, *h* = Hypostrakum.

Nerineen mit noch vollständig erhaltenen Schalenwänden. Hier ist also eine echte Spindelwand (*s w*) ausgebildet, was grundlegend für den Bau der Spindel ist. Daher liegt der Kanal seitlich der Aufrollungsachse und die die Hohlspindel begrenzenden Wände sind echte Spindelwände. Es handelt sich bei Nerineen daher immer um eine echte Hohl- oder Vollspindel. Hierin liegt die wesentliche Verschiedenheit, wie wir gleich sehen, gegenüber den Cerithien. Die Nerineen bieten so einen der äußerst seltenen Fälle, wo bei siphonostomen Prosobranchiern ein Kanal zusammen mit einer echten Spindelwand vorkommt.

Nun nimmt aber, wie oben ausgeführt, bei fast allen anderen siphonostomen Prosobranchiern der Sipho mit seiner inneren Verlängerung in Bezug auf das Gehäuse eine axiale Lage ein, die aber nur dann möglich wird, wenn die Spindelwand überhaupt fortfällt, resp. später resorbiert wird und der Kanal dann lediglich eine Ausbuchtung der Basalwand darstellt (man vergl. z. B. irgend einen Vertreter von Buccinum). Das ist bei Cerithien der Fall. Hier kann es also nicht mehr zur Bildung einer echten Hohl- oder Vollspindel kommen, da der Kanal selbst infolge seiner Lage die Funktion der Spindel übernehmen muß, was nur dadurch möglich wird, wenn er hinterher durch Füllmasse ausgefüllt wird, sodaß wir nunmehr von einer einfachen (im Gegensatz zu der komplexen) ausgefüllten Kanalspindel sprechen müssen. Nebenbei sei erwähnt, daß die vordere Spindelfalte (*sf*) der Cerithien nichts weiter als der umgebogene Außenrand des Kanals ist, der bei weiter fortgesetzter Ablagerung von Füllmasse nach hinten verschwinden muß, was, wie unsere Abbildung zeigt, tatsächlich der Fall ist.

Noch ganz ähnliche Verhältnisse können dann bei Fasciolarien, Fusus usw. vorhanden sein. Bei kurzem Gewinde aber und bei verlängertem Kanal greifen die Kanäle der aufeinanderfolgenden Umgänge tutenförmig ineinander und bilden eine komplexe, ausgefüllte Kanalspindel. Längsschliffe

von Clavella geben hiervon ein leicht zu verstehendes Bild. Schwieriger ist ein Querschnitt durch den Kanal selbst zu verstehen. Da Schliffe dieser Art meist mißlingen, gebe ich hier das Bild eines besonders interessanten Querschliffes in Fig. 10 wieder, das gleichzeitig von der speziellen Art des Wachstums eine Vorstellung geben kann. Der hakenförmige Kern (*k*) in der Mitte der Spindel stellt das Ende eines ehemaligen langen Kanals eines der vorhergehenden Umgänge dar. Das Weiterwachsen dieses alten Kanals erfolgte nicht durch einfache Anlagerung von Schalensubstanz an den Rändern, sondern auf die Weise, daß eine neue vollständige, wiederum hakenförmig gekrümmte Schalenwand (*S I*) [1]) der Form des Kanals entsprechend, in der Höhlung des verlas-

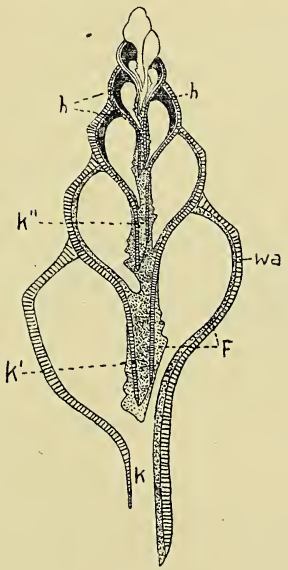


Figur 10. *Querschnitt durch den Kanal von Clavella longaeous.*

senen Kanals abgelagert wurde. Diese Schalenablagerung greift mit dem äußeren Flügel (*Fa*) weit über den äußeren Kanalrand des Kerns (*k*) hinaus, wodurch ein Fortschreiten des Mundrandes in tangentialer Richtung bedingt ist. Der innere Flügel (*Fi*) legt sich dagegen um den Spindelkern herum. Auch die letzte Schalenlage *S III* mit den Flügeln

Fi III und *Fa III* wird auf die gleiche Weise gebildet. Die verschiedenen Wachstumsstadien treten durch die alten Mundränder noch besonders deutlich hervor. Die jeweiligen Kanäle greifen also tutenförmig ineinander.

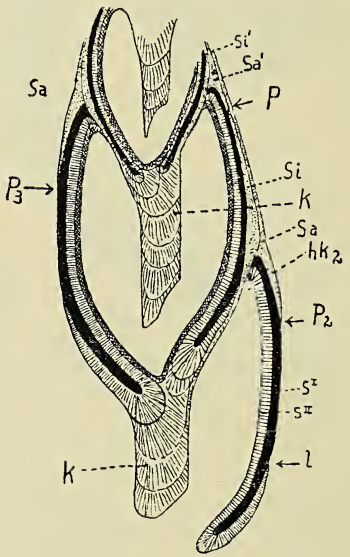
Derartige Verhältnisse können naturgemäß nur auftreten, wenn der Kanal hinreichend lang ist. Bei vielen siphonostomen Gastropoden tritt eine Verkürzung des Kanals hervor. Wenn die Verkürzung des Kanals soweit fortgeschritten ist, daß die Kanäle der aufeinanderfolgenden Windungen sich nicht mehr berühren, so wird der axiale Zusammenhang aufhören müssen, wenn nicht sekundäre Ablagerung anstelle des Kanals erfolgen würde. Bildungen dieser Art zeigt beispielsweise ein in Fig. 11 wiedergegebener Längsschliff einer der Art nach nicht näher zu bestimmenden Fasciolaria. Die Kanäle an und für sich lang, greifen nicht mehr ineinander. Die axiale Verbindung wird durch Ablagerung von Füllmasse oder Hypostrakum hergestellt. Die Verkürzung des Kanals erreicht, wie es scheint, nach meinen Präparaten bei Buccinum



Figur 11. *Längsschnitt durch das Gehäuse einer Tasciolaria.*
K_I K^{II} = Kanäle; der Kanal des Schlußumganges ist noch offen, während die Kanäle der vorhergehenden Umgänge durch Füllmasse *F* ausgefüllt sind. *h* = Hypostrakum.

undatum ein Maximum, sodaß die Spindel in ihrer ganzen Länge bei dieser Art eine sekundäre Bildung darstellt ähnlich der falschen Spindel von Monodonta. Sollte sich das durch die weiteren Untersuchungen bestätigen, so würde die Kürze des Kanals bei Buccinum tatsächlich sekundär sein, wodurch uns wiederum sehr vieles im geologischen Auftreten von Buccinum klar würde.

Daß die Annahme der Verkürzung eines ursprünglich langen Kanals keine willkürliche Annahme ist, zeigen in voller Deutlichkeit die bei Ancillarien u. a. beobachteten Verhältnisse. Die Mündung zeigt bei Ancillaria z. B. anstelle des Kanals lediglich einen Ausschnitt, von einem Kanal ist keine Andeutung vorhanden. Der letzte Umgang endet ohne irgend eine kanalartige Ausbiegung zu zeigen. Da die innere Schalenlage hier außerdem bis zur Stelle *l* auf die Außenseite der Schale übergreift, tritt das Fehlen des Kanals noch besonders deutlich hervor. Bei dem vollständigen Fehlen des Kanals und einer Spindelwand ist die Bildung einer echten Spindel



Figur 12. *Längsschnitt durch das Gehäuse einer Ancillaria.*

naturgemäß ausgeschlossen. Nun wird beim Weiterwachsen an dem vorderen Ende der Außenwand immer im Abstande eines halben Umganges von der Mündung das wulstartige Ansatzstück *k* abgelagert. Dieser Wulst liegt zwar in der Richtung der Axe, hat aber eine etwas exzentrische Lage, sodaß er um die Axe gedreht erscheint.

Diese wulstartige Verdickung (Ansatzstück) stellt bei solchen Formen dann die axiale Verbindung her. Da der Wulst aber, der beiläufig verschieden von dem Dorsalwulst ist, exzentrisch liegt und spiral aufgerollt ist, wird er im axialen Dünnschliff Unterbrechungen zeigen. Wir bezeichnen diese Bildung als Torsionspindel und glauben, daß diese Bezeichnung die Eigenart dieser Spindelbildung voll und ganz wiedergibt.

Bei dieser Gelegenheit seien noch einige weitere Einzelheiten des Dünnschliffes kurz erwähnt. Am hinteren Ende der Mündung (*h k 2*) springt ein Mantellappen nach vorn vor, indem er gleichzeitig gegen die Spitze bis zum Punkte *P* hinaufreicht. Dieser Mantelteil scheidet die matt glänzende Schale ab. Außerdem ist dieser Mantellappen nach außen und rückwärts umgeschlagen, indem er auf der Außenschale bis zum Punkte P_2 nach vorn reicht und von hier aus den ganzen hinteren Teil der Schale bedeckt. Seine vordere Grenze ist durch die P_2 und P_3 verbindende Linie gegeben. Von diesem auf der Außenschale gelegenen Mantelteile wird die im Dünnschliffe ebenfalls sichtbare Schalenlage *S a* ausgeschieden. Da die Schalenlagen *S a* und *S i* flächenhaft abgelagert werden, zeigen sie auch keine Anwachsstreifen. Diese können nur dort auftreten, wo die echte Außenschale nicht überdeckt ist, das ist der zwischen P_2 und 1 gelegene einen Umgang lange Schalenstreifen.

Mit dieser Darstellung ist die Mannigfaltigkeit der Erscheinung bei Gastropoden bei weitem nicht erschöpft. Die Herausbildung eines Kanals ruft mannigfaltige Veränderun-

gen hervor. Hier sind insbesondere die Modifikationen verfolgt, die durch die Verkürzung eines langen Kanals hervorgegangen sind. Es liegt klar auf der Hand, daß die Untersuchungen weiter fortgesetzt für die Palaeontologie systematisch von der größten Bedeutung sein werden. Gerade der Umstand, daß der Bau der Gastropoden, wie bisher angenommen wurde, kein einfacher ist, eröffnet ein neues großes Untersuchungsgebiet.

In der Wahlsitzung wurden zu ordentlichen Mitgliedern gewählt: Herr Prof. Dr. Max Löhlein, sowie das bisherige außerordentliche Mitglied Herr Prof. Dr. Otto Weigel. Zum außerordentlichen Mitglied wird gewählt Herr Dr. Franz Strieder.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 3 Oktober 1918

Herr A. Gürber hielt den angekündigten Vortrag:

Ueber den Wert der Konzentrationsschwelle als Geschmacksmaß.

Die Geschmacksstärke eines Stoffes ist umso größer, je schwächer seine Lösung sein darf, um noch gerade eine Geschmacksempfindung auszulösen. Die Konzentrationsschwelle, wie man die eben wirksame Konzentration der Lösung eines schmeckenden Stoffes bezeichnet, gilt daher als relatives Maß der Geschmachsstärke, da sie in einem umgekehrten Verhältnis zu einander stehend angenommen werden. Praktische Bedeutung hat diese Annahme bei der Bewertung künstlicher Süßstoffe gefunden. Wenn vom Saccharin behauptet wird, daß es 500 mal süßer als Zucker sei, so gründet sich das auf die Tatsache, daß die Konzentrationsschwelle des Saccharins bei 1 : 50 000 und die des Zuckers bei 1 : 100, somit 500 mal höher, liegt. Da aber die Geschmacksschwellensüße praktisch nicht in Betracht kommt, sondern erst bei der 5- bis 8fachen Schwellenkonzentration jene Süße erreicht wird, die wir den Speisen und Getränken zu geben pflegen, so müßte, wenn wirklich im Gebrauch das Saccharin 500 mal süßer als der Zucker wäre, auch die 5- oder 8fach stärkeren Lösungen beider Stoffe gleich süß schmecken. Das ist jedoch nicht der Fall, die Zuckerlösung ist dann viel süßer.

Verdünnt man nun eine solche Zuckerlösung bis zur gleichen Süße mit der Saccharinlösung, so findet man, daß der 5fachen Saccharinlösung eine nur 3,5fache Zuckerlösung, einer 8fachen eine nur 5fache, einer 10fachen eine nur 5,6-fache, einer 20fachen eine nur 7,1fache, einer 30fachen eine nur 8fache, einer 50fachen, d. h. einer Lösung von 1 : 1000 Saccharin eine nur 8fache, d. h. eine Zuckerlösung von nicht 50 : 100, sondern von nur 8,8 : 100 entspricht. Die Zuckerlösung nimmt somit mit steigender Konzentration außerordentlich viel stärker an Süße zu als die Saccharinlösung. Oder mit der Konzentrationsschwelle gemessen würde das heißen:

Erscheint das Saccharin bei der von mir ermittelten Konzentrationsschwelle 550 mal süßer als der Zucker, so ist es bei der 5fachen Schwelle nur mehr 410 mal, bei der 8fachen nur mehr 340, bei der 10fachen nur mehr 300, bei der 20-fachen nur mehr 200 und bei der 50fachen nur mehr rund 100 mal so süß. Ein ähnliches Verhältnis findet sich auch bei dem Süßstoff Dulcin: zuerst 350 mal süßer als Zucker, dann 210, 170, 150, 95 und bei der 35fachen,der wegen der Schwerlöslichkeit stärkstmöglichen Konzentration, nur mehr 60 mal süßer.

Ebenso zeigen einige natürliche Zucker auch keine gleichmäßige Zunahme an Süße bei Vervielfachung ihrer Konzentrationsschwellen. Ist nach der Konzentrationsschwelle der Fruchtzucker 1,6 mal süßer als der Rohrzucker, 2,6 mal süßer als der Traubenzucker und 6,4 mal süßer als der Milchzucher, so sind bei der 4fachen Schwelle die Verhältniszahlen 1,49; 2,2; 4,0 und bei der 12fachen Konzentration für Rohrzucker nur mehr 1,36 und für Traubenzucker 1,77. Auch hier nehmen die an sich weniger süßen Zucker mit der Konzentration ihrer Lösungen stärker an Süße zu als die süßern.

Mit der Vervielfachung der Konzentrationsschwelle bei Saccharin und Dulcin nimmt ersteres stärker an Süße zu, so daß dem Süßigkeitsverhältnis der Konzentrationsschwelle von

1,57 : 1 bei der 12fachen Schwelle das Verhältnis von 2,57 : 1, bei der 20fachen von 4 : 1 und bei der 30fachen von 6 : 1 gegenübersteht. Darauf beruht es wohl auch, daß man mit Saccharin so leicht übersüßen kann, während bei Dulcin, ganz abgesehen von seinem rein süßen Geschmack, eine unangenehme Uebersüßung ausgeschlossen ist.

Die Behauptung, daß das Saccharin im Gebrauch, denn nur inbezug auf diesen haben solche Angaben überhaupt einen Sinn, etwa 500 Mal süßer sei als Zucker, ist nach dem Gesagten nicht richtig. Eher zutreffend sind die ursprünglichen Angaben, die von einer 200—300fachen Süße sprechen. Schuld an diesem Irrtum ist die falsche Verwertung des physiologischen Begriffes Konzentrationsschwelle zu praktischen Zwecken. Sie kann wohl aussagen, daß der eine Stoff sehr stark schmeckt, ein anderer dagegen viel schwächer, als Grundlage zu einem zahlenmäßigen Vergleiche von Geschmacksstärken gleichartig schmeckender Stoffe ist sie dagegen nicht geeignet, da eben die Voraussetzung, mit gleicher Zunahme der Lösungsstärke nehme auch die Geschmacksstärke dieser Stoffe gleichmäßig zu, wie gezeigt worden ist, nicht zutrifft.

Dem großen Wohltäter Saccharin während der Zuckernot des Krieges soll selbstverständlich durch diese Ausführungen sein großer Wert nicht geschmälert werden, dieser ist ihm aber auch gewährleistet, selbst wenn es mit einem Gramm nur 200—300 g statt 500 g Zucker zu ersetzen vermag.

Sodann sprach Herr F. B. Hofmann:

Zur Theorie des Geruchssinns.

Vor zwei Jahren hatte ich nach einem schweren Katarrh mein Geruchsvermögen zunächst bis auf einige geringe Reste vollständig eingebüßt. Allmählich besserte sich der Zustand, die Zahl der riechenden Substanzen wuchs und die Gerüche wurden zunehmend stärker. Schließlich erhielt ich von fast allen Riechstoffen wieder einen freilich oft nur schwachen Geruch. Dieser war jedoch in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht mehr der normale, sondern ein durchaus andersartiger, mir bisher ganz unbekannter. Ich mußte daher, wenn ich etwas roch, erst meine Umgebung fragen, was das für ein Geruch sei. Dabei waren manche Gerüche einander so ähnlich, daß ich die wunderlichsten Verwechslungen beging, z. B. Äther nach dem Geruch nicht von Aceton, Jodoform nicht von Nitrobenzol unterscheiden konnte u. s. f. Vollkommen normal war dauernd bloß der Vanillingeruch. Allmählich trat der normale Geruch auch beim Menthol und einigen anderen Substanzen auf, aber er ist bei diesen jetzt noch immer sehr schwach. Veilchen und ebenso auch das Ionon rochen anfangs etwas beizend-scharf, wie Zigarrentabak, nach und nach kam aber noch eine wohlriechende Komponente zum Vorschein, sodaß dieser Geruch jetzt ebenfalls dem normalen recht ähnlich geworden ist.

Auch beim Pyridin trat zu einem anfangs ganz unbestimmten Geruch im Laufe der Zeit eine neue Komponente hinzu, womit eine am Zwaardemaker'schen Olfaktometer nachweisbare Erregbarkeitssteigerung für den Geruch dieser Substanz verbunden war. Meine Erfahrungen weisen darauf hin, daß der Geruch chemisch einheitlicher Substanzen aus mehreren Komponenten besteht, die bei mir isoliert zur Beobachtung kamen. Der Geruch solcher Substanzen wäre daher, wenn wir den Gehörssinn zum Vergleich heranziehen, nicht einem einzelnen Ton, sondern etwa einem Klang zu vergleichen. Das macht es wahrscheinlich, daß durch eine einheitliche chemische Substanz nicht auch bloß eine einzige Art von spezifischen Geruchsnerven erregt wird, sondern eine Mehrzahl von Faserarten. Bei mir war nun offenbar aus der reichen Klaviatur der Geruchsnerven eine Anzahl von Tasten außer Funktion gesetzt, und infolgedessen fehlten bezw. fehlen auch jetzt noch einige Komponenten der Gerüche, wodurch diese den unbekannten, neuen Charakter erhalten haben. Die Annahme der Zusammensetzung des Geruches einer Substanz aus verschiedenen Komponenten erklärt auch mancherlei Erscheinungen des normalen Geruchssinnes, worauf in einer ausführlicheren Mitteilung näher eingegangen werden soll.

In der an den Vortrag sich anschließenden Diskussion bemerkt Herr E. Schmidt, daß auch er durch eine Influenzaerkrankung vor etwa 5 Jahren das Riechvermögen nahezu vollständig eingebüßt und auch jetzt nur noch höchst unvollkommen wieder erlangt habe, so daß er sich zur Zeit bezüglich der Geruchswahrnehmungen in einer ganz ähnlichen Lage wie der Herr Vortragende befinde.

Sodann zeigt Herr Gürber Demonstrationsversuche.

Aus Anlaß des 100jährigen Bestehens der Gesellschaft werden gewählt:

1. zum Ehrenmitglied:
   Herr Geh.-Rat Prof. Dr. Emanuel Kayser, München.
2. zu korrespondierenden Mitgliedern:
   Geh.-Rat Prof. Dr. Wortmann, Direktor der Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Geisenheim.
   San.-Rat Dr. Adolf Eysell in Cassel.
   Prof. Dr. Carl Mense in Cassel.
   Prof. Dr. H. Vogt in Wiesbaden.
   Geh. Med.-Rat Dr, Guder, Laasphe.
   Dr. ing. h. c. Wilhelm Breithaupt in Cassel.
   Geh.-Rat Dr. phil. Anton Börsch, Homberg a. d. Efze.
   Adolf Fennel, Inh. d. Fa. Otto Fennel Söhne, Cassel.
   Prof. Dr. Wilhelm Roser, Frankfurt a. M.
   Dr. Wilhelm Heraeus, Leiter d. Fa. W. C. Heraeus, Hanau.
   Ernst Leitz jun., Dr. phil. h, c., Wetzlar.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften

zu

MARBURG

№ 4 November 1918

In der ordentlichen Sitzung vom 13. November 1918 hielt Herr M. Löhlein den angekündigten Vortrag:

Über das kausale Denken in der Medizin und Biologie.

In einem vor Jahresfrist erschienenen Aufsatz[1]) habe ich versucht, zur Klärung des Ursachenbegriffs, wie er in den biologischen Wissenschaften und in der Medizin heute verstanden und angewandt wird, beizutragen.

Ich ging dabei von einer Kritik der widersprechenden Angaben aus, die von einigen Naturforschern, Medizinern, Philosophen über die quantitativen Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung vertreten werden, und suchte nachzuweisen, dass diese Widersprüche auf ganz verschiedenen Begriffsbestimmungen der ursächlichen Verknüpfung beruhen von denen wir eine wohl oder übel als gültig anerkennen müßten, wenn anders die babylonische Verwirrung ein Ende nehmen soll, unter der wir in dieser Hinsicht augenblicklich leiden. Ich suchte nachzuweisen, daß viele unserer besten Biologen — besonders verwies ich auf Pfeffer — unter „Ursache“ dasselbe verstehen, was im Sinne Jul. Rob. Mayers als „auslösendes Moment“ bezeichnet wird. Inzwischen machte mich Herr F. B. Hofmann auf einen Aufsatz J. R.

1) Mediz. Klinik 1917, No. 50.

Mayer's[1]) aufmerksam, in dem ausdrücklich dargelegt wird, daß er den Ausdruck „Ursache“ auch in diesem (letzteren) Sinne öfters anwende und ihn so anzuwenden für erlaubt halte. Also auch J. R. Mayer kann nicht als unbedingter Anhänger des „energetischen“ Ursachenbegriffs gelten. Als solchen könnte man dagegen heute mit gutem Recht H. Driesch bezeichnen, der in seinem bekannten Werke „Naturbegriffe und Natururteile“ wiederholt von „Kausalquanten“ und „Kausalitätsquanten“ (!) redet.

Die von mir verteidigte Auffassung der kausalen Verknüpfung deckt sich in wesentlichen Punkten mit der Lehre B. Kern's[2]), und diese ist, wie auch meine Auffassung, nichts anderes als eine geläuterte „Ursachenlehre des populären Denkens“. Sie gestattet, allerhand Widersprüche auszumerzen, die bei den Naturforschern das kausale Denken in Mißachtung gebracht haben, und damit Angriffe abzuweisen, die gegen die „kausale Weltanschauung“ unter Anderen von Verworn und — unter besonderer Berufung auf E. Mach — von v. Hansemann gerichtet worden sind. Auf eine ausführliche und sehr entschiedene polemische Äußerung von Martius[3]) zu meinem zitierten Aufsatz habe ich bereits kurz geantwortet.[4])

Im Folgenden will ich meine Gedankengänge in einigen Punkten ergänzen, in Hinsicht auf einzelne Fragestellungen, wie ich hoffe, vertiefen und dann vor allem eingehender, als bisher geschehen, die Nutzanwendung daraus für mein Sonderfach, die Pathologie ziehen, die sich ständig mit kausalen Problemen zu beschäftigen hat.

---

1) Mechanik der Wärme. Stuttgart. 1893. P. 440.

2) Auffallender Weise nimmt Lubarsch in einem kürzlich erschienenen Aufsatz über unseren Gegenstand (Deutsche Med. Woch. 1919, Nr. 1 und 2) zu Kern überhaupt nicht Stellung.

3) Deutsche Med. Woch. 1918, Nr. 17 und 18.

4) Am gleichen Orte.

Ich denke dabei garnicht in erster Linie an die ätiologische Forschung, die ganz gewiß wie bisher so auch weiterhin wenig nach den logischen Gesetzen fragen wird, nach denen sie ihre Ergebnisse als wahr erweist, die sicherlich wie bisher so auch künftighin die Logik erst dann zu Hülfe rufen wird, wenn über die Zuverlässigkeit einer ätiologischen Angabe Zweifel und Kontroverse entstanden sind. Ich denke vielmehr ganz besonders an konkrete Einzelaufgaben meiner täglichen Arbeit. Dem Obducenten wird ja täglich im Sektionssaal die Frage nach der Todesursache in gegebenen Fällen vorgelegt; der kausale Zusammenhang von krankhaften Veränderungen und Todesfällen mit vorausgegangenen „Unfällen“ wird bei der Feststellung von Rentenansprüchen und bei anderen Gelegenheiten häufig erörtert; aber auch der Strafprozeß führt uns vor die nicht selten recht heikle Frage nach „der Ursache“ des Todes. — Ich bin nicht so vermessen, zu glauben, daß meine Überlegungen zu einer „endgültigen“ Einigung der Philosophen, Juristen, Mediziner über den Ursachenbegriff führen werden. Wenn es mir aber gelingt, eine einheitliche Umgrenzung dieses Begriffes für den Sprachgebrauch der wissenschaftlichen Medizin zu fördern, so waren meine Bemühungen nicht umsonst. Ich will dabei nichts weniger als reformieren, mein Ziel ist viel bescheidener; ich will nur nachweisen, daß tatsächlich von der überwiegenden Mehrzahl unserer wissenschaftlichen Mediziner und Biologen die von mir empfohlene Begriffsbestimmung stillschweigend angenommen ist. Und ich will dafür eintreten, sie nun auch — trotz des Widerspruchs einzelner sehr gewichtiger Stimmen (besonders derjenigen von Wilh. Roux) — allgemein anzuerkennen. Das Interesse der Philosophen am Ursachenproblem betrifft wesentlich dessen erkenntnistheoretische Seite. Dem Juristen und dem Mediziner würde aber gerade die praktische, konkrete, tägliche Arbeit wesentlich erleichtert, vor allem aber beiden die Zusammenarbeit, wenn eine allgemein gültige

Begriffsbestimmung der kausalen Verknüpfung sich durchsetzte. Die Vorarbeit dazu muß auf den Einzelgebieten wissenschaftlicher Betätigung geleistet werden; ihr soll auch dieses Erörterung gelten.

Die Schwierigkeit einer Einigung unter den Medizinern und Biologen in unserer Frage ergibt sich wohl ohne Weiteres aus dem Chaos der Meinungen darüber, wie es sich uns in den von mir zitierten Schriften — in der scharfen Polemik Wilh. Roux gegen Verworn, von Martius gegen mich, in v. Hansemann's entschiedener Verwerfung des „kausalen Denkens" schlechthin — widerspiegelt. Mein engerer Fachgenosse B. Fischer hat mich inzwischen noch auf seine Stellungnahme zur Frage aufmerksam gemacht, die mir entgangen war. Ich vermag freilich seine Ansicht, wonach der Ursachenbegriff nichts anderes wäre als „ein subjektiver Arbeitsbegriff", nicht zu teilen — wie ich mit Rücksicht auf meinen zitierten Aufsatz (und die folgenden Darlegungen) nicht ausführlicher zu begründen brauche.

Im Zusammenhang mit meiner Auffassung, wonach wir in der Biologie und Medizin nahezu übereinstimmend unter ursächlicher Verknüpfung diejenige Beziehung zweier Ereignisse auf einander verstehen, als deren Prototyp die „Auslösung" des Falles eines schweren Körpers gelten kann, habe ich bereits (l. c.) kurz dargelegt, daß ich in Übereinstimmung mit Pfeffer auch die Beziehung von Reiz und Reaktion — also die wichtigste, den Biologen überhaupt beschäftigende Beziehung — unbedingt als eine kausale ansehe, wie das in gleicher Weise nachdrücklich B. Kern[1]) getan hat. Freilich handelt es sich nicht um eine einfache Verknüpfung zweier Ereignisse, sondern um eine Kausalkette, die von

1) Die einschlägigen Ausführungen B. Kern's (Das Problem des Lebens etc. Berlin. Hirschwald. 1909. P. 24) waren mir bei der Veröffentlichung meines zit. Aufsatzes noch unbekannt.

dem „als Reiz wirkenden“ Vorgang über mehr oder weniger zahlreiche Zwischenglieder hinweg bis zur „Auslösung“ des als „Reaktion“ bezeichneten Vorganges führt. Gewinnt diese Auffassung Anerkennung, so ist damit für die biologischen Wissenschaften die kausale Methode als grundlegend hingestellt.

Gerade die genauere Betrachtung von Reiz und Reaktion veranlaßt Kern (l. c. p. 24) die Disproportionalität der beiden zu betonen und sogleich — m. E. mit vollem Recht — hervorzuheben, daß in dieser Disproportionalität kein Unterschied gegenüber dem mechanischen, kausal verknüpften Naturgeschehen liegt. Ich kann an dieser Stelle wohl darauf hinweisen, daß Rickert in einer Untersuchung der Frage „Psychophysische Causalität oder psychophysischer Parallelismus“ ebenfalls zur Ablehnung der Aequivalenz von „Ursache und Wirkung“ kommt, u. z. zunächst für das psychische Geschehen, weiterhin aber auch für das mechanische.

Der gewichtigste Gegner der hier vorgetragenen Auffassung unter den modernen Biologen dürfte Wilh. Roux sein, der jeden der Begriffe „Ursache“, „Reiz“, „Auslösung“ abweichend von ihr abgrenzt. „Ursache, vollständige oder ganze, causa totalis eines Geschehens, ist die Summe und Anordnung, also das System aller an dem Geschehen beteiligten, aktiv oder passiv wirkenden Faktoren oder Komponenten . . . . Nicht aber ist Ursache bloß, der Volksmeinung entsprechend, der letzte, vor dem Beginn des Geschehens hinzugetretene Faktor.“ [1]) — Hinsichtlich der Unterscheidung der causa occasionalis, efficiens, sufficiens, totalis verweise ich auf die Ausführungen Liebmann's (in der „Analysis der Wirklichkeit“), verzichte aber auf eine Gegenüberstellung von Liebmann's und W. Roux' Ansichten, so lohnend sie an sich wäre. Die causa totalis im Sinne des Letzteren dürfte aber „ein Idealbegriff“ sein, dessen „Inhalt in der Erkenntnis

1) Terminologie der Entwicklungsmechanik.

kaum zu erschöpfen ist", wenn man „die grundsätzliche Verknüpfung jeder Einzelheit mit dem Naturganzen" berücksichtigt. (vgl. Kern, Weltanschauung u. s. f. p. 128).

Nur zu dem „letzten Faktor" noch eine Bemerkung. H. Driesch, der sich in seinen zahlreichen Schriften wiederholt mit dem Ursachenbegriff beschäftigt hat, dessen Stellung zu diesem aber so wechselnd ist, daß eine historische Darstellung dieser Wandlungen allein einen Aufsatz fordern würde, hat einmal [1]) an einem Beispiel nachzuweisen gesucht, daß dieser „letzte Faktor" nicht „die Ursache" eines Lebensvorganges sei. Dabei begegnet ihm ein handgreiflicher Irrtum. Die Entwicklung einer Larve steht still, wenn bei sonst günstigen Bedingungen der Sauerstoff fehlt. Leitet man solchen zu, so setzen die Prozesse wieder ein. Daraus dürfe man aber nicht schließen — meint Driesch —, daß der Sauerstoff die Ursache der Entwicklungsvorgänge sei. Ganz richtig. Aber gibt es denn überhaupt einen Biologen, der je diesen Schluß gezogen hätte? In der Pathologie, insbesondere in der Ätiologie, hat man genugsam in den letzten Jahrzehnten gelernt, die Beweiskraft von Experimenten zu prüfen. Jeder Anfänger aber hätte sofort gesehen, daß die Zuleitung des Sauerstoffs nicht die Ursache „der Entwicklung", sondern die des Wiedereinsetzens der zum Stillstand gekommenen Prozesse ist.

Auch die Volksmeinung ist weit davon entfernt, den „letzten hinzukommenden Faktor" als Ursache eines Geschehens anzusehen; sie wird nie zugeben, daß der Fußtritt, den der Esel dem sterbenden Löwen gibt, Ursache von dessen Tode sei. Aber sie sieht in dem zündenden Blitz die Ursache des Hausbrandes, in dem Fall des Funkens in das Pulverfaß die Ursache der Explosion.

Sie hat auch wohl erfaßt, daß die gedankliche Analyse einer kausalen Verknüpfung dann vollendet ist, wenn wir

1) Philosophie des Organischen. Bd. I, p. 100.

bis zur „Identität“ von Ursache und Wirkung vorgedrungen sind.[1]) Das geht aus einem von Pfleiderer zitierten Rätselwort hervor: Was ist das: zwei und doch nicht zwei, sondern eins? — Antwort: Ursache und Wirkung.

Lubarsch hat neuerdings gegen meine Begriffsbestimmung der ursächlichen Verknüpfung eingewandt, sie sei eine Tautologie. Das kann ich in dem Sinne zugeben, in dem ich eben für die Identität von Ursache und Wirkung eintrete. Das kausale Denken wird mit Recht auch „das analytische“ genannt. Haben wir begrifflich „eine Veränderung“ isoliert, so wird unser Kausalitätsbedürfnis dann befriedigt, wenn wir den sie bedingenden Faktor angeben können; gehen wir aber von dem „Zustand“ oder der gleichförmigen Bewegung aus, deren Veränderung wir erklären wollen, so muß die Definition notwendig „negativ“ lauten: die Aufhebung einer notwendigen Bedingung des Beharrens jener ist die Ursache der Änderung.

Das gilt nun auch von dem verwickelten Geschehen, das wir als „Krankheit“ bezeichnen. Krankheitsvorgänge, darüber sind wir — tatsächlich etwa schon seit Hufeland — einig, sind „abgeänderte“ Lebensvorgänge. Die Ursache der Abänderungen ist die Krankheitsursache.

Nichts vermag die Tatsache zu erschüttern, daß Vorgänge, die an das Parasitieren des Koch'schen Bazillus im menschlichen Körper geknüpft sind, die Ursache der tuberkulösen Krankheitsprozesse darstellen, auch wenn wir von einer befriedigenden Analyse dieses Kausalzusammenhangs in allen Einzelheiten noch weit entfernt sind.

Alle Einwendungen gegen die logische Zuverlässigkeit dieser Auffassung beruhen auf Irrtum; die meisten auf der

---

1) Vgl. meinen zitierten Aufsatz über die Unterscheidung der „abstrakten“ Ursache vom concreten ursächlichen Ereignis.

handgreiflichen Verwechslung von Ursache und — Hauptsache. So, wenn man die von niemand bestrittene Bedeutung der „Disposition“ oder disponierender Momente in einen Gegensatz zur ätiologischen Bedeutung des Krankheitskeimes bringen will.[1]) Niemand leugnet, daß Calta palustris auf Sandhügeln nicht vorkommt; aber auch im Sumpf kann sie nur wachsen, wenn ihr Same dorthin geriet. Wüchse sie in jedem Sumpfe, so bewiese das nur die Ubiquität ihres Samens

Ebenso einleuchtend ist die ursächliche Bedeutung des Giftes für die „Vergiftung“, des Traumas für die Gewebszerstörung, der Strahlen aller Art für die eine oder die andere Gewebeveränderung. Und neben allen diesen „exogenen“ kennen wir manche eudogene Krankheitsursachen mehr oder weniger genau. Ich denke an die Blutdrucksteigerung bei akuter Nephritis, an die Herzhypertrophie beder Blutdrucksteigerung, deren mittelbare kausale Verknüpfung nicht bestritten werden dürfte. Freilich dringen wir in die ungeheuer verwickelten krankhaften Vorgänge nur langsam, Schritt für Schritt, ein; aber prüfen wir den Weg näher, auf dem dies Vordringen geschieht, so finden wir immer wieder, daß es der Weg der kausalen Analyse ist, d. h. der Methode, die von der begrifflichen Isolierung einer Veränderung ausgeht. — Es bedarf nur eines kurzen Hinweises darauf, daß diese Methode versagen muß, wenn wir Erklärung für einen verwickelten Zustand, etwa den von uns mit „Konstitution“ bezeichneten, von ihr fordern. Krankhafte Anlagen konstitutioneller, d. h. im biologischen Sinne erblicher Art vermögen wir nicht weiter zu „erklären“ — ebenso wenig, wie wir den Ablauf des Lebens zu „erklären“ vermögen.

Was aber vom Leben allgemein gilt, das hat auch für jede seiner Phasen Geltung, damit auch für die letzte Phase,

1) Vgl. v. Hansemann. Ü. d. conditionale Denken etc. Hirschwald 1912, p. 55.

den Tod: Für den Tod als Teil eines gesetzmäßig ablaufenden Geschehens, für den „physiologischen Tod“ wissen wir keine „Ursache“ anzugeben.[1]) Hier liegt der Grund vieler Schwierigkeiten, die uns bei der Erörterung des Problems der Todesursache beschäftigen.

Diese Schwierigkeiten fehlen in Fällen „pathologischen“ Todes. Man denke an den Granattreffer, der ein Menschenleben vernichtet, an das Gift in „tödlicher Dosis“, an die unaufhaltsam zum Ende führende Infektion oder Intoxication. In diesen Fällen haben wir auf die Frage nach der Todesursache eine klare Antwort zur Hand — und doch lehrt die Erfahrung, daß selbst in solchen Fällen, wenn von der Antwort etwa eine wichtige strafrechtliche Entscheidung abhängt, ärztliche Sachverständige unsicher werden.

Verworn verweist mit besonderem Nachdruck[2]) auf das Beispiel des Scharmack-Prozesses, in dem das völlige Versagen der kausalan Methode recht deutlich zu Tage getreten wäre, da die Sachverständigen über die Frage, ob die Methylalkohol-Vergiftung nun in den einzelnen zur Verhandlung stehenden Fällen die Todesursache gewesen sei, nicht zur Klarheit gekommen seien. Wenn wirklich, wie Verworn angibt, Sachverständige den Methylalkohol als „Hilfsursache“ des Todes neben festgestellter Arteriosklerose eines der zu Grunde gegangenen Individuen bezeichnet haben, so erscheint das schwer begreiflich. Die Frage lautete nicht: hat der Verstorbene eine für normale Menschen tödliche Dosis des Giftes zu sich genommen, sondern: hat das Gift den Tod des — bei seiner Aufnahme schon mehr oder weniger hinfälligen — Menschen verursacht. Man käme sonst zu sonderbaren Schlüssen, denn jeder konkrete Fall ist „verwickelter“

---

1) Vgl. Korschelt. Lebensdauer, Altern und Tod. Jena 1917, p. 144 flg. (Literatur). Ferner v. Hansemann. Descendenz und Pathologie. p. 393.

2) Verworn. Kausale und konditionale Weltanschauung. Jena. Fisscher. 1912. p. 10.

Natur, und auch die Folgen einer jeden nicht sofort tödlichen Schußverletzung werden gelegentlich und bis zu einem gewissen Grade von dem Zustande aller lebenswichtigen Organe, daneben aber noch von allen möglichen anderen Umständen abhängen. Man könnte also nicht einmal in derartigen Fällen „eine" Todesursache angeben. In der Tat führt jede allgemeine Erörterung des Todesursachenproblems genau ebenso wie unsere tägliche praktische Erfahrung auf größte Schwierigkeiten und Unklarheiten theoretischer wie praktischer Natur. Das zeigen unter anderen auch die Darlegungen des Pathologen J. Orth, die wohl die erschöpfendste neuere Antwort auf die Frage: Was ist Todesursache? geben.[1]) Orth setzt in überzeugender Weise auseinander, daß die Antwort auf diese Frage je nach dem Zweck, den man verfolgt, verschieden sein wird und sein muß. Er spricht an einer Stelle geradezu von einer ganzen „Kette" von Todesursachen, d. h. also von ursächlich verknüpften Ereignissen, die bei der kausalen Analyse des Sterbens Berücksichtigung finden müssen. Er zeigt, daß wir auf die richterliche Frage nach der Todesursache anders antworten als auf die des Statistikers u. a. m.

Wir haben uns ja vielfach auch längst daran gewöhnt, neben der Frage nach der (letzten, unmittelbaren) Todesursache stets die nach dem Grundleiden oder Hauptleiden zu stellen.

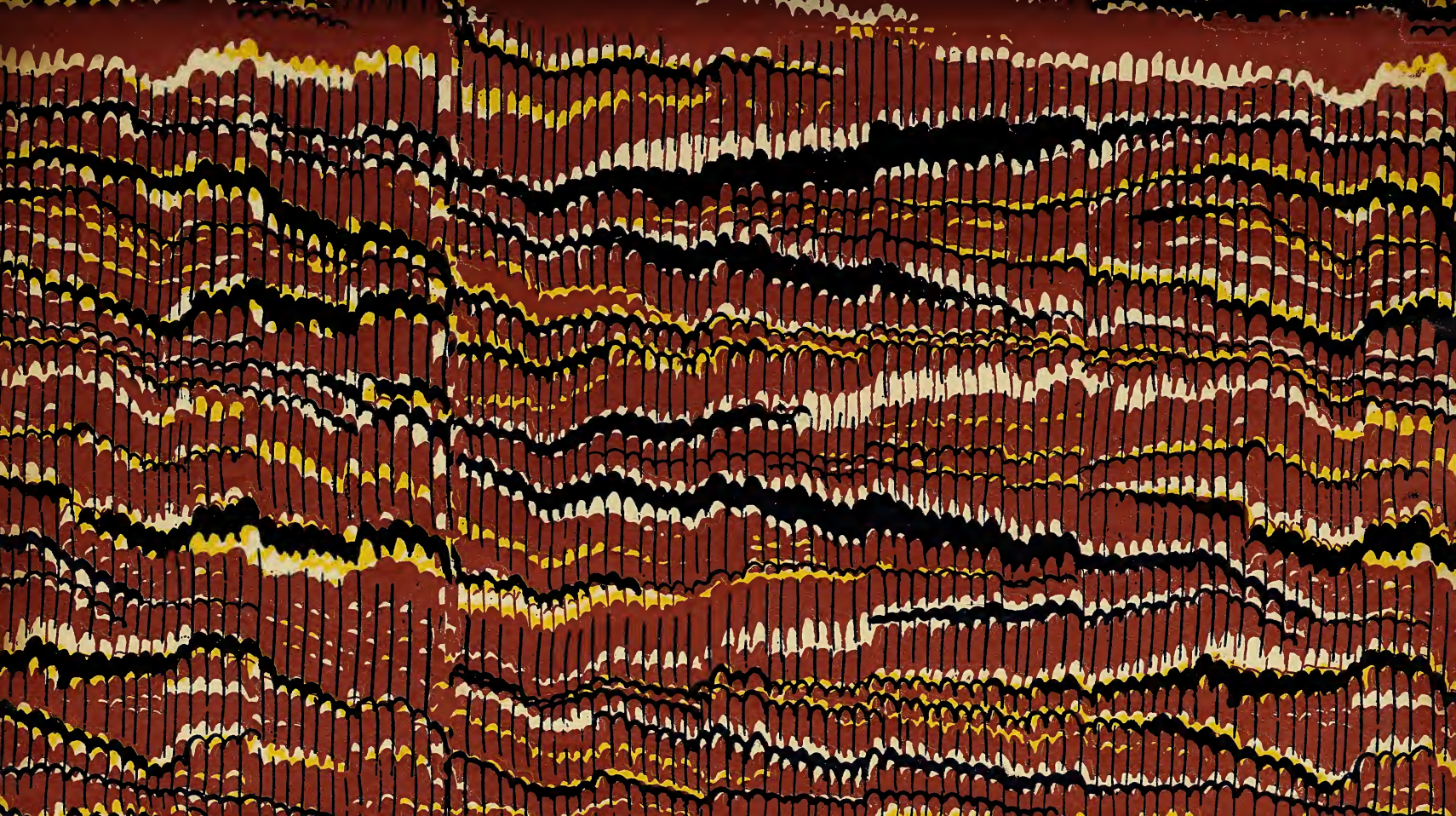
Darf man diese Schwierigkeiten als einen Beweis der Wertlosigkeit des kausalen Denkens hinstellen? — Das geht ohne Zweifel nicht an. „Der Tod" ist ein verwickeltes Geschehen wie das Leben; als dessen letzte Phase aufgefaßt ist er der kausalen Erklärung so unzugänglich wie das Leben selbst. Der gewaltsame Tod, der — unter Umständen augenblicklich nach der Zerstörung „lebensnotwendiger" Organe oder Organteile — eintritt, ist durch diese Zerstörung

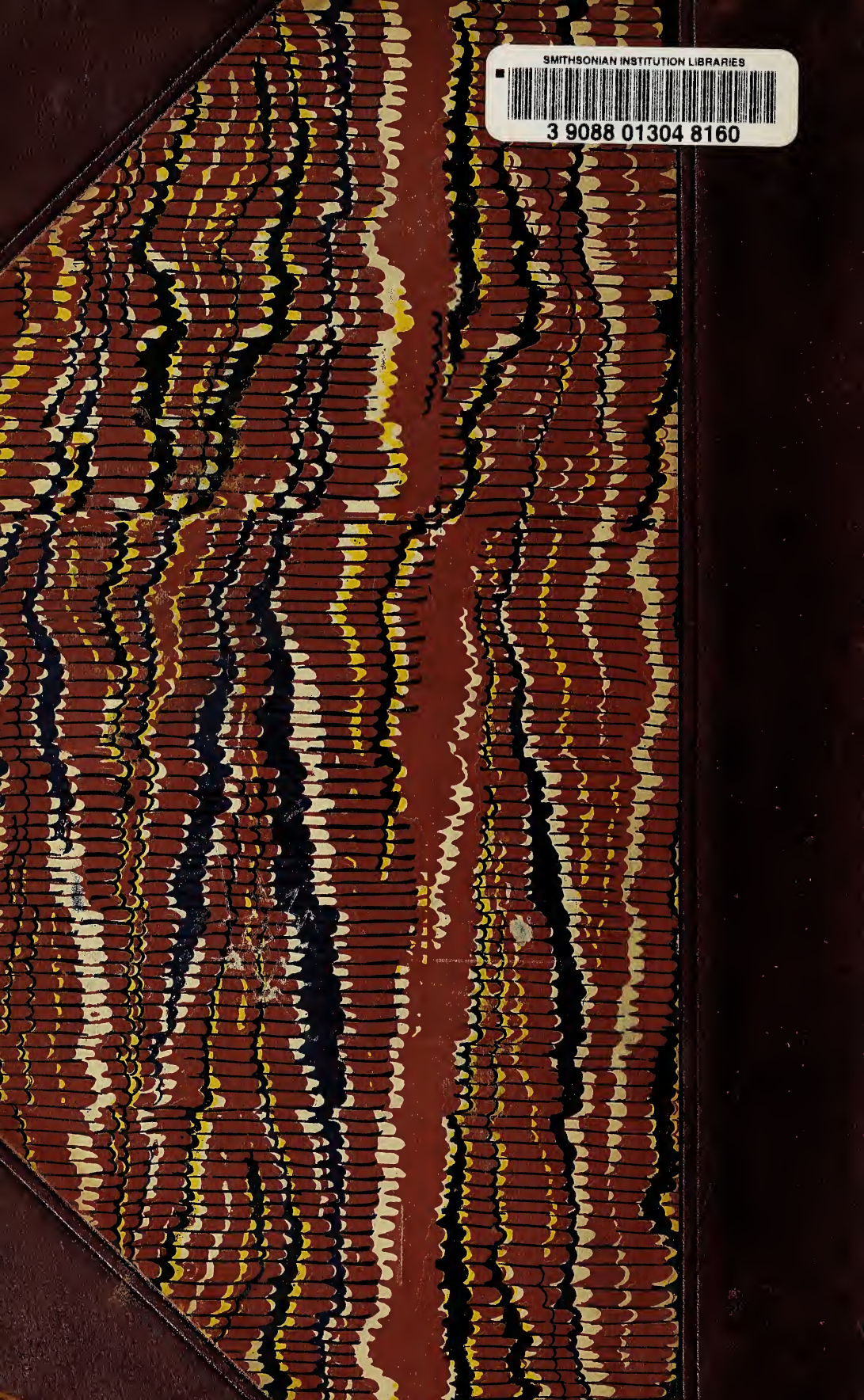
1) Berliner Klin. Wochenschr. 1908. Nr. 10.

ursächlich erklärt. Die vielen verwickelten Mechanismen des Sterbens, die zwischen diesen beiden extremen Fällen stehen, gestatten uns nur dann eine Antwort auf die Frage nach ‚der Ursache" des Todes, wenn wir diese Frage im Sinne Orth's näher präzisiert haben.

Zu dem Vortrage von Herrn M. Löhlein bemerkt Herr F. Richarz zustimmend in Ausführung einer speziellen Betrachtung Folgendes. Man kann sagen: ein Körper fällt allemal, wenn er losgelassen wird, infolge der Anziehungskraft der Erde, oder weil sich Energie der Lage in Energie der Bewegung verwandelt. Die beiden letzteren Ausdrucksweisen sind dem Wesen nach identisch und nur verschiedene Formulierung. Dem Nachsatz, daß der Körper, wenn die Veranlassung gegeben ist, aus den angegebenen Gründen fällt, liegt ein allgemeines Naturgesetz zu Grunde, und alle diese Fälle würden, abgesehen von der jedesmaligen Veranlassung betrachtet, nichts individuell wesentlich verschiedenes haben. Das würde die Betrachtung sein für die Kausalität von Vorgängen, bei denen nicht ein Einzelgeschehnis betrachtet wird, sondern eine Generalisierung: Die Körper fallen.

Die Veranlassungen sind jedesmal verschieden, daß nämlich der Körper losgelassen wird, oder auch, daß er in die Höhe geworfen würde und, nachdem er den Höhepunkt erreicht hat, wieder herunterfällt. Solche spezielle Überlegungen, die die Auslösungen ins Auge fassen, wodurch der Fall herbeigeführt wird, bringen kein Naturgesetz zum Ausdruck. Hier ist die Veranlassung als dasjenige Ereignis bezeichnet, welches die Ursache in dem besonderen Falle ist. Selbstverständlich kommt es in den weitaus meisten konkreten Fällen auf die letztere Frage an, was speziell die Veranlassung gewesen ist, während die Untersuchung des Naturgesetzes nur eine allgemeine rein wissenschaftliche theoretische Aufgabe ist.




SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01304 8160